مركز ابحاث الحج

و

كلية الأرصاد والدراسات البيئية

خصائص البيئة الهوائية لوادي منى
والضوابط البيئية لأنفاق السيارات

[illegible]

دكتور محمود [illegible]
أستاذ علوم الهواء [illegible]
[illegible] الأو [illegible]

[illegible]

شكر وتقدير

يسر الباحث الأول ورئيس المشروع، د. محمود محمد نصرالله، أن يتقدم بخالص الشكر والتقدير لسعادة المعماري سامي عنقاوي مدير مركز ابحاث الحج، وسعادة الدكتور نزار توفيق عميد كلية الأرصاد والدراسات البيئية (سابقا) وسعادة الدكتور عبدالاله الوسيه وكيل كلية الأرصاد والدراسات البيئية، والاستاذ عدنان عبدالبديع اليافي والدكتور ابراهيم العيتاني والدكتور عبدالحافظ سلامة بمركز ابحاث الحج لتعاونهم الصادق وتشجيعهم الذي كان له الأثر الكبير والاساس لانجاز هذا العمل الذي أدعو الله أن يكون خالصا لوجهه تعالى.

وشكري العميق والخاص لسعادة الدكتور أمين السيد يونس نائب رئيس القسم الهندسي بمركز ابحاث الحج والمنسق لهذا المشروع لما قام به من جهد فعال والذي لولاه لما تم انجاز البحث على هذه الصورة، ذلك لما بذله من تعاون صادق لحل المشاكل التي صادفتنا أثناء العمل الميداني وامدادي بالبيانات والخرائط ومناقشاته المثمرة أثناء اعداد التقرير ومتابعته لاخراج التقرير على الوجه الأكمل.

كما لا يفوتني أن أشكر مخلصا الاستاذ صلاح عبدالحميد خبير الأجهزة بكلية الأرصاد والدراسات البيئية على تعاونه الصادق بالعمل الميداني، وشكري العميق للكيميائي سالم سمرة والأخصائي هشام جيلاني والاستاذ سعيد حسانين (كلية الارصاد والدراسات البيئية) للجهد الذي بذلوه في تشغيل الأجهزة وجميع العينات الحقلية.

دكتور/ محمود محمد نصر الله
استاذ مشارك تلوث الهواء
المركز القومي للبحوث
القاهرة
والمعار لكلية الأرصاد
والدراسات البيئية
بجامعة الملك عبدالعزيز

ملخص البحث

اجريت دراسة متكاملة عن البيئة الهوائية لوادي منى. تم اختيار موقع الدراسة فوق مبنى العاصمة المقدسة لتوسطه للوادي ولمقارنة نتائج الدراسة الحالية بما تم في نفس الموقع خلال الأعوام السابقة. قيست تركيزات كل من ثاني اكسيد الكبريت والأتربة العالقة والأمونيا والمؤكسدات الكيموضوئية وأول أكسيد الكربون والأتربة المتساقطة. نوقشت النتائج مع المناخ ومصادر التلوث.

اتضح من الدراسة الحالية أن تركيز أول اكسيد الكربون يصل خلال فترات الذروة الى حدود أعلى من المستوى المسموح به للحفاظ على الصحة. فلقد وصلت تركيزات أول أكسيد الكربون الى أكثر من ٣٠ جزء بالمليون كمتوسط لمدة ساعة خلال فترة الصباح الباكر من يوم ١٢/١٠، وذلك نتيجة للكثافة العالية للسيارات بالاضافة للانعكاس الحراري في الصباح الباكر. كما سجل تركيزات أكثر من ٩ جزء في المليون كمتوسط لمدة ٢٤ ساعة، بينما الحد الأقصى المسموح به هو ٩ جزء في المليون لمدة ٨ ساعات فقط مما قد يؤثر سلبيا على مرضى القلب والدورة الدموية. أما غاز ثاني أكسيد الكبريت والأتربة العالقة فلقد وجدت بتركيزات ذات تأثير سلبي على الجهاز التنفسي وخصوصا لأولئك الذين يعانون من أزمات ربوية أو أمراض صدرية أخرى. كذلك فلقد وجدت المؤكسدات الكيموضوئية في هواء الوادي بتركيزات تزيد أحيانا عن ٢٠٠ ميكروجرام/م٣ مما يشير الى احتمال تكوين الضباب الكيموضوئي وهو ما يجب التنبيه له بتخفيض كميات الانبعاث من الهيدروكربونات وأكاسيد النتروجين حتى لا تحدث كارثة، لاسمح الله، تحت الظروف الجوية السائدة بالوادي. أما الأتربة المتساقطة فقد ارتفع معدل ترسيبها خلال أيام الحج الى أكثر من ثلاثة أمثاله في الأيام التالية. كما احتوت هذه الأتربة على نسب عالية من المواد الذائبة المؤثرة على الجلد وكذلك المواد القطرانية. كما وجدت تركيزات عالية من الأمونيا لها القدرة على احداث التهاب القصبة الهوائية والتي يعاني منها الحجاج.

اقترحت الدراسة الحالية العمل على خفض انبعاث الملوثات بالوادي عن طريق الحد من استعمال السيارات مع العمل على سيولة الحركة لزيادة سرعتها وضمان الاقلال من الكميات المنبعثة من كل سيارة على حدة. كما يجب الأخذ بالتخطيط البيئي للوادي من حيث وضع المحارق وعدم احداث مبان عالية الارتفاع قد تؤثر على دورة الرياح بالوادي واحداث جيوب هوائية. كذلك تقترح الدراسة استعمال الوسائل التقنية لخفض انبعاث الملوثات من المحارق.

رصدت الملوثات وحركة السيارات بأنفاق السد. ولقد تم قيــاس أول أكسيد الكربون والدخان وثانى اكسيد الكبريت والأمونيا وشدة الضوضــاء في محطتين احداهما ثابتة والأخرى متحركة . أعطت هذه الدراسة مؤشرات قوية الى احتمالات حدوث أضرار صحية حادة اذا ما استعملت الانفاق بسعتها وأوضاعهــا الحالية حيث وصل تركيز أول اكسيد الكربون الى ٥٧ جزء في المليون عند مرور حوالى ١٢٦٠ سيارة/ساعة مع حدوث ارتفاع وصل الى ضعف التركيز المتوقع عند اعاقة الحركة لدقائق معدودة . كما اتضح أن ٢٠٠٠ سيارة ستؤدي الى تركيزات تزيد عن ٢٠٠ جزء بالمليون داخل الانفاق. أما اذا استعمل النفق بكامل سعته وبافتراض ضمان السيولة الكاملة للحركة فان التركيزات ستصل الى أكثــر من ٥٠٠ جزء بالمليون أول أكسيد كربون. توصي الدراسة باعادة تقييم وسائــل التهوية بالانفاق واعادة تخطيط مخارج الانفاق بما يضمن سيولة الحركة وكذلك وضع الاحتياطات اللازمة بالانفاق. من هذه الاحتياطات الضرورية تواجد أجهــزة رصد لأول أكسيد الكربون ذات أجراس انذار فوري عند ارتفاع هذا الملــوث السام للحدود الخطرة . كذلك لابد من تواجد لوحات ارشادية بايقاف السيــارة واطفاء المحرك وعدم السماح بدخول سيارات أخرى عند سماع أجهزة الانــذار. كما توصى بتواجد رجال الأمن المدربين على الانقاذ واستعمال أنابيب الاكسجين فور حدوث أي اختناق للمرور داخل النفق. كذلك فلقد وجد أن الدخان داخــل الانفاق قد وصل في بعض الأحيان لحدود التلوث المرتفع جدا بالمقاييس العالمية ويقترب من حدود الحالات الحادة الحاجبة للرؤية والتى قد ينشــأ عن حوادث تصادمية قد تؤدي لسلسلة من التعقيدات المسببة لارتفاع غاز أول أكسيــد الكربون السام وبالتالى حدوث حالات تسمم واختناق. أما الضوضاء فأوضح هذا البحث أن المراوح المستخدمة للتهوية هي مصدر رئيسى للضجيج. كما وجــد أن المستويات الحالية للضوضاء قد لا ينتج عنها أضرار صحية مباشرة ولكنهــا قد تؤثر على مستوى أداء السائق مما قد ينتج عنه سلسلة أخرى من التعقيــدات البيئية . ويوصى البحث بالاقلال من الضوضاء داخل الانفاق باعادة دراسة وسائل التهوية والأخذ بالاحتياطات اللازمة للاقلال من الضوضاء الناشئة عن السيارات.

توصي الدراسة بمداومة رصد العناصر الجوية والملوثات بالوادي علــى مدار العام وليس فقط أثناء فترة الحج لمعرفة الخصائص الجوية الكاملــة للوادي وانشاء محطة رصد لأول أكسيد الكربون داخل النفق ذات أجهزة انــذار ووضع اللوحات الارشادية اللازمة بالانفاق مع التنسيق الكامل مع رجال الأمــن. كذلك فانه سيكون من المفيد جدا التنسيق مع المطوفين والهيئات لتوزيــع فترات النفرة على مدى أطول بحيث تقل التركيزات العالية للملوثات من ناحية ويحدث سيولة للحركة من الناحية الأخرى.

المحتـــويـات

صفحـــة

البـــــاب الأول

تلوث الهـــواء والمنـــــاخ

وآثارهما على صحة الانســـــان

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمـــــة

"وأذن في الناس بالحج يأتوك رجالا وعلى كل ضامر
يأتين من كل فج عميق ليشهدوا منافع لهم ويذكروا اسم
الله في أيام معلومات على ما رزقهم من بهيمة الأنعام
فكلوا منها واطعموا البائس الفقير"

صدق الله العظيم

منذ دعوة سيدنا ابراهيم عليه السلام وجموع الحجيج تتوافد على البلد الحرام لأداء فريضة الحج. ومع التقدم الهائل في وسائل المواصلات والانتعاش الاقتصادي للمسلمين في السنوات الأخيرة، أخذت أعداد الحجج تتزايد تدريجيا حتى وصلت الى قرابة المليونين، ويبين الجدول المرفق (جدول رقم ١) الزيادة المطردة في اعداد الحجاج من الأقطار الاسلامية المختلفة.

هذا التزايد العددي ألقى بأعباء كبيرة لتوفير المكان والطعام والمواصلات وغيرها مما هيأه الله للمملكة العربية السعودية من توفير جميع سبل الراحة لحجيج بيت الله الحرام.

وبطبيعة الحال فان تزايد أعداد الحجاج، وبالتالي تزايد ما يحتاجونه من مواصلات وما ينتج عن تجمع هذه الأعداد الكبيرة من نفايات وغير ذلك، نشأ عنه بعض المشاكل البيئية، وبالتالي كان لابد من الدراسات الخاصة ببيئة الاماكن المقدسة، وذلك حتى يمكن تهيئة المناخ المناسب والراحة الكافية لأداء الفريضة.

وتتم شعائر الحج في كل من مكة المكرمة ومنى والمزدلفة وعرفات، ويتزايد الضغط على منطقة منى على وجه التحديد خلال تلك الفترة، وذلك لاقامة الحجاج بها لمدة قد تصل الى اسبوع أو اكثر، يقوم خلالها الحاج وخصوصا أيام التشريق بما تتطلبه أعمال الحج من ذهاب لعرفة ومكة والعودة للمبيت، وكذلك رمي الجمار خلال فترات مختلفة من النهار. يتطلب ذلك حركة من الوادي الى خارجه والعودة اليه، كما يتطلب حركة شبه دائمة داخل الوادي. ولوادي منى خصائص طبوغرافية ومساحية تتطلب التعرف عليها حتى يمكن تصور الظروف البيئية المحيطة وأثر ذلك على طبيعة الهواء والذي هو محور الدراسة في هذا التقرير.

جدول رقم ١ – أ

التطـــور في أعـــداد الحـــجاج بالمليون

خلال الأعوام ١٣٩٢–١٤٠٢هـ

العام	١٣٩٢	١٣٩٣	١٣٩٤	١٣٩٥	١٣٩٦	١٣٩٧	١٣٩٨	١٣٩٩	١٤٠٠	١٤٠١	١٤٠٢
العدد	١٫٢٢	١٫١٢	١٫٤٨	١٫٥٥	١٫٤٦	١٫٦٢	١٫٩	٢٫٠٨	١٫٩٤	١٫٩٤	٢٫٠١

جدول رقم ١ – ب

التوزيع النســبي للحجاج حسب فئة العمـــر

(محسوبا من العينة)

فئة العمـــر (بالســنوات)	الحجاج من داخل المملكة		الحجاج من خارج المملكة	النسبة العامة
	السعوديون	غير السعوديين		
أقل من ١٦ سنة	٣٫٤	٣٫٤	١٫٢	٢٫٤
١٦ – ٢٥	٣٠٫٨	١٩٫٥	٧٫٤	١٥٫٧
٢٦ – ٣٥	٢٥٫٤	٤٥٫٠	٢٢٫٢	٣٣٫٠
٣٦ – ٥٠	٢٦٫٥	٢٧٫٥	٣٦٫٩	٣١٫٤
٥١ – ٦٥	١٠٫٨	٣٫٧	٢٦٫٩	١٤٫٤
أكثر من ٦٥ سنة	٣٫١	٠٫٩	٥٫٤	٣٫١

مجموع النسب المئوية داخل كل عمود = ١٠٠٪

المصدر : الاحصائيات الأساسية لعام ١٤٠٢هـ – مركز ابحاث الحج

١ - ١ وادي منى :

يبعد وادي منى بحوالي ٧ كم عن مكة المكرمة ، ولا يزيد تعداد سكان الوادي أيام السنة العادية عن بضع مئات من السكان، بينما يصل عدد سكانه خلال فترة الحج الى حوالي المليونين. ويمتد الوادي بطول حوالي ٣،٥ كم من الاتجاه الشمالي الغربي الى الجنوبي الشرقي. يحيط بالوادي مجموعة من الجبال ذات الارتفاعات المختلفة ، حيث يصل ارتفاع الجبال الجنوبية للوادي مابين ٣٠٠-٤٠٠ متر، بينما يحد الوادي من الشمال سلسلة من الجبال تتراوح ارتفاعاتها ما بين ٤٠٠-٩٠٠ متر. كما توجد سلسلة أخرى من الجبال بارتفاع يصل الى ٦٠٠ متر بمنطقة الشعاب. كما ان ارتفاع سطح الوادي في حد ذاته يتزايد باتجاه الشرق. (شكل رقم ١)

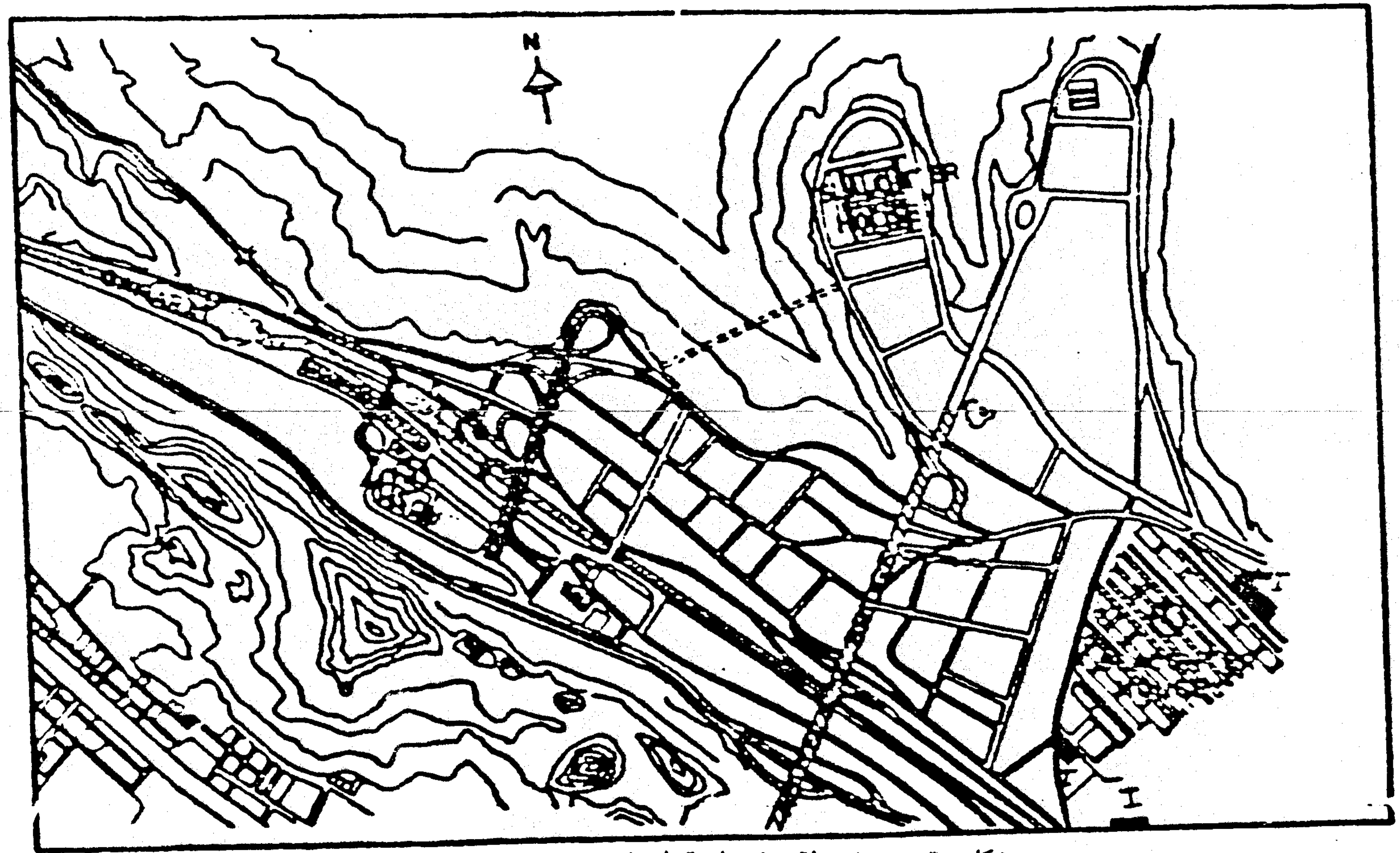
تقدر المساحة الكلية للوادي بحوالي ٤ كم٢، حيث يصل طول الوادي الى ٣،٥ كم ، وللوادي مدخلين:

- المدخل الغربي بعرض ١١٠ مترا حيث تحيط به سلسلة من الجبال.
- المدخل الشرقي بعرض ٤ر١ كم ، وهو مدخل يفتح على ممرين جبليين تسمى الشعاب. يتكون الشعب الأول من منطقة طولها حوالي ٢ر١ كم وبعرض يتراوح مابين ٣٠٠-٥٠٠ متر، أما الشعب الثاني باتجاه الشرق فطوله حوالي ١،٦ كم ويتراوح عرض هذا الشعب مابين ٥٠٠-١٣٠٠ متر.

تلك هي الخصائص الطبوغرافية لوادي منى والتي لها تأثير كبير على العوامل الجوية ومناخ الوادي، وبالتالي على طبيعة تشتت الملوثات وتراكمها وعلى صحة الحجاج، كما أنها بالقطع تؤثر على اسلوب العمل والتخطيط البيئي للمنطقة كما سنرى في الأبواب التالية.

١ - ٢ مواصفات الهواء وأهمية دراسة الوادي :

يستطيع الانسان الاستغناء عن الطعام لمدة أيام، ولكنه لا يستطيع الاستغناء عن الهواء لدقائق معدودة. هذا الهواء يجب أن يكون صالحا



شكل رقم ١ خريطة تفصيلية لوادي منى

(١ – موقع القياس و٢ محارق القمامة)

للاستنشاق ولا يحوي سموما قد تودي في النهاية بحياته. تلك السموم أو الشوائب الموجودة بالهواء قد تكون بكميات ضئيلة لا يظهر أثرها على صحة الانسان الا بعد سنوات، أو قد تكون من الصغر بحيث لا يظهر لها أثر خلال فترة حياة الانسان. ولكن عندما تتزايد تلك الشوائب الى درجة كبيرة، فانها قد تصبح من الجسامة بأن تودي بصحة الانسان بل بحياته خلال ساعات أو أيام قليلة. واذا تفحصنا تاريخ البشرية، يتضح لنا أن هذه الشوائب توجد في الهواء منذ بدء الخليقة، ومنذ عرف الانسان النار لامداده بالطاقة. ولكنه لم يلفت الانتباه الى خطورة هذه الشوائب في الهواء الا عندما حدثت كوارث قاتلة أو ما يمكن تسميته ان جازت التسمية عملية "تسمم جماعي" كما حدث في نيوز فالي عام ١٩٣٠م، ودونورا عام ١٩٤٨م، ولندن عام ١٩٥٢م. هذه الحوادث وغيرها شدت انتباه العالم الى العلاقة الوثيقة بين تزايد حدة هذه السموم في الهواء وبين الموت مباشرة نتيجة للتعرض لها أو الأضرار الصحية البالغة التي قد تصاحب الانسان طوال حياته. وعادة ما تحدث تلك الكوارث نتيجة لسكون الرياح وتجمع تلك السموم بهذه الدرجة الخطيرة. والحقيقة أن الوديان هي من أكثر المناطق الجغرافية ملاءمة لهذا التراكم الخطير لتلك الشوائب. وفي هذه العجالة سنستعرض ماهية هذه الشوائب وحدودها الضارة في محاولة لفهم المشكلة التي نحن بصددها، ذلك حتى نصل الى نتائج محددة ندعو الله تعالى بأن يوفقنا في وضعها لتعم الفائدة المرجوة ان شاء الله.

١ - ٣ ملوثات الهواء :

تتضح خطورة تواجد بعض الشوائب في الهواء، مهما صغرت، من احتياج الفرد البالغ الى ما يقرب من ١٥ كجم من الهواء يوميا للتنفس الطبيعي، بينما لا يحتاج لأكثر من ١.٥ كجم من الغذاء، و٢.٥ كجم من الماء في اليوم الواحد. وقبل أن نناقش ماهية الشوائب التي قد يحتويها الهواء، لابد لنا من معرفة تكوين الهواء الطبيعي.

يتكون الهواء من خليط من الغازات تتألف من حوالي ٧٨٪ من غاز الآزوت و٢١٪ من غاز الاكسجين بالاضافة الى ١٪ من غاز الأرجون و ٠.٠٣٪ من ثاني اكسيد الكربون. ويكون هذا الخليط ما يقرب من ٩٩.٩٩٪ من الهواء الجاف. يضاف

الى ذلك كميات ضئيلة من الغازات الأخرى مثل النيون والهيليوم وغاز الميثان والكريبتون ... وغيرها. أما بخار الماء فانه عادة ما يتراوح مابين ١-٣٪ من حجم الهواء. هذا هو التركيب الطبيعي للهواء. أما تركيب الهواء الحقيقي في البيئة المحيطة بالانسان فانه ليس بهذه البساطة، حيث يحتوي بجانب هذه الغازات الى العديد من الغازات الأخرى والأبخرة والمواد الصلبة التي قد يكون مصدرها طبيعيا مثل العواصف الرملية أو قد يكون نتيجة الأنشطة التي يمارسها الانسان وما يستخدمه من آلات.

ولا يمكن اعتبار كل ما يحويه الهواء من شوائب غير تركيبه النظيف على أنها ملوثات، فعلى سبيل المثال فان البذور الهدبية والبويضات الملقحة وحبوب اللقاح لا تعتبر كملوثات ولكنها احدى المكونات الطبيعية التي توجد بصفة شبه دائمة بالهواء. حقيقة أن Plant Pollens يمكن أن ينتج عنها بعض الأمراض مثل أمراض الحساسية بالرغم من كونها احدى المكونات الطبيعية للهواء، الا أن هذه ليست حالة عامة.

لهذا فان تعريف تلوث الهواء الذي يمكن للانسان التحكم فيه وتحسين ظروفه والاقلال من مكوناته الضارة لايمكن أن يشمل هذا النوع من الشوائب، ولذا فقد اتفق على أن "تلوث الهواء" هو ما يضاف الى الهواء من شوائب بفعل الانسان ونتيجة لنشاطاته.

وفي حالة مثل الحالة التي نحن بصددها وهي مواصفات الهواء بوادي منى يمكن أن نعرف التلوث الجوي بالمنطقة على أنه :

"تلوث الهواء هو نتيجة حتمية لما ينبعث الى هواء الوادي من شوائب غازية وبخار وجسيمات صلبة بكميات قد تغير من تكوين الهواء الطبيعي، مما قد ينتج عنه أضرار بصحة الحجيج، نتيجة لاحتراق الوقود سواء في وسائل النقل المتحركة أو غيرها من المصادر الثابتة الموقع".

وما دمنا بصدد الحديث عن الأضرار الصحية المحتملة للحجيج والناشئة عن تلوث الهواء، فلابد لنا أن نتذكر أن تأثير الملوثات على الصحة ليست من البساطة بمكان، ولكنها علاقة معقدة، ولابد لفهمها أن يؤخذ في الاعتبار عدة عوامل من بينها الظروف المناخية والجهد المبذول والأعمار والنوع والتاريخ الطبي للمعرضين الى جانب عوامل الازدحام وانتقال الميكروبات المرضية.

فعلى سبيل المثال تختلف حساسية الشخص المريض بمرض صدري لغاز ثاني اكسيد الكبريت عن الشخص السليم، وكذا الطفل عن الشاب. ومثال آخر وهو تواجد غاز الآرزون والذي تختلف حساسية غشاء العين لهذا الغاز من شخص لآخر، كما أن تواجده قد يزيد من فعل بعض البكتريا الضارة اذا وجدت في الهواء. كذلك فان ضربات الشمس قد تزيد من حدة تأثير أول اكسيد الكربون. وفي هذه الدراسة سنحاول قدر جهدنا مناقشة تلك العوامل مجتمعة كلما أمكن ذلك.

١ – ٤ تلوث الهواء والصحة العامة :

لقد وجد من الدراسات السابقة في الدول المختلفة أن التأثيرات الصحية السيئة المصاحبة للتعرض لملوثات الهواء، في البيئة المحيطة تحت الظروف السائدة بالمدن، تتزايد حدتها تبعا لنوعية الملوثات وزيادة تركيزاتها في الهواء.

كما وجد ان الأمراض الناشئة عن تلوث الهواء تختلف تبعا لكثير من العوامل الأخرى المصاحبة والتي يعتبر من أهمها السن والنوع وصحة الشخص المعرض والتغذية ومدة التعرض والأمراض السابقة (التاريخ الطبي) ودرجات الحرارة والرطوبة اثناء فترة التعرض للتلوث. وبصفة عامة يمكن القول بأن كبار السن والاطفال وضعاف الصحة ومدخني السجائر وذوي الامراض الصدرية واضطرابات الكلية والدورة الدموية هم اكثر الناس عرضة للأضرار الناشئة عن ملوثات الهواء كما ان تركيزات ملوثات الهواء كماسبق ذكره قد يكون لها تأثير اتلافي على الاحياء خلال فترة تعرض زمنية تعد بالساعات مثل غاز أول أكسيد الكربون والذي يتحد مع الدم مباشرة. وقد لايظهر اثر التعرض للملوثات عند التركيزات المتواجدة في الحالات العادية الا بعد مدد طويلة من التعرض، مثال ذلك غاز ثان أكسيد الكبريت. ولكن المشكلة الحقيقية تكمن في أن هذه الملوثات قد تتزايد وتتراكم عند الظروف المواتية الى تركيزات كبيرة قد تودي بالحياة في مدة قصيرة أو تترك الانسان عليلا مابقي من عمره. وهنا تحدث الكارثة وهذا الاخير مايخشى منه لاسمح الله وخصوصا ان منى هي واد وسرعة الرياح ليست نشيطة في الوادي.

١ – ٥ الكوارث الحادة لتلوث الهواء :

حالات الوفيات : Mortality rate

حتى يتبين تأثير الحالات الحادة لتلوث الهواء والتي تنتج عن تراكم الملوثات عند حدوث حالة الاستقرار الجوي الذي يمنع انتشار الملوثات رأسيا أو حالة سكون الرياح والتى تعوق الحركة الأفقية أو كليهما معا سنأخذ مثالا لما حدث في لندن عام ١٩٥٢، حيث تسبب فشل ديناميكية تشتت الهواء، في تجديد هواء المدينه. الى حدوث كارثة من أسوأ الكوارث المعروفة عن تلوث الهواء. عندما حدث ذلك ارتفع معدل الوفيات فجأة الى حوالي ٤٠٠٠ حالة وفيات في مدينه تعدادها ٣,٣مليون خلال الفترة الحادة لارتفاع الملوثات والمدة القصيرة

جدول رقم ٢

معدل الزيادة في الوفيات نتيجة الحالة الحادة للتلوث بلندن ١٩٥٢

(حالة/أسبوع)

المرض المسبب للوفاة	معدل الوفيات الطبيعي	معدل الوفيات بعد بعد الضباب مباشرة	الزيادة في عدد الوفيات
برونكيتس	٧٥	٧٠٤	٦٢٩
أمراض صدرية أخرى	٩٨	٣٦٦	٢٦٨
أمراض القلب والدورة الدموية	٢٠٦	٥٢٥	٣١٩
أسباب أخرى	٥٠٨	٨٨٩	٣٨١

اللاحقة لحالة السكون التي سادت المنطقة . ويبين الجدول رقم (٢) اسباب الوفيات واعدادها في داخل العاصمة البريطانية خلال هذه الفترة .

ويتضح من هذا الجدول ان الامراض الصدرية والقلبية هي السبب الرئيسي للوفيات في حالة ارتفاع الملوثات مثل هذا الارتفاع الحاد. وبالطبع يمكن ان نرى ان مرض الصدر والامراض القلبية وكذلك الاطفال والشيوخ هم أول من يتعرض لهذه الكارثة . ولقد كان السبب الرئيسي لهذه الحالة ارتفاع نسبة الغبار وثاني اكسيد الكبريت في جو مدينة لندن كذلك فقد دلت البحوث التي اجريت في لوس انجلوس عن علاقة وثيقة بين عدد الوفيات بأمراض القلب ونسبة أول اكسيد الكربون في الهواء . أما الحالات الحادة والناشئة عن تكوين الضباب الكيموضوئي من التفاعل بين الهيدروكربونات واكاسيد النتروجين فقد وجد أن لها علاقة قوية بمعدل الوفيات وأمراض الصدر في مدينة لوس انجلوس. هذه الحالات الحادة للتلوث والتى تسبب الوفيات مباشرة ليست هى الخطر الوحيد في حالة ارتفاع نسبة التلوث لفترات محدودة تقدر بأسبوع تقريبا خلال فترة الحج. ولكن أيضا عند التركيزات الاقل حدة والتى قد ينشأ عنها بعض الامراض الصدرية لتصاحب المريض بعد ذلك الى فترات طويلة . ومن البحوث الحديثة اتضح ان الكثير من الملوثات يرتبط تأثيرها بدرجة الحرارة . فكلما زادت درجة الحرارة المعرض لها الانسان كلما زادت التأثيرات السلبيه للملوثات. وفي البند التالى سنناقش تأثير المناخ على صحة الانسان.

١ – ٦ المناخ والصحة العامة :

للمناخ تأثيراته التي لاشك فيها على الانسان وان كانت هذه التأثيرات تعتمد على الكثير من العوامل مثل السن والنوع والجهد المبذول ونوع المرض ان وجد. ويمكن تقسيم مناخ المناطق الجغرافية للعالم الى ثلاثة أقسام رئيسية هي :

١ – المناطق الحارة
أ – المناطق الحارة الجافة
ب – المناطق الحارة الرطبة
٢ – المناخ القطبي البارد
٣ – المناخ المعتدل مثل مناخ البحر المتوسط.

وحيث أن مناخ منطقة منى يقع تحت مناخ المناطق الحارة ، فهذا فقط ما سيناقش باختصار حتى يتضح مدى الضغوط الأخرى التي يتعرض لها الحجيج مما يزيد من تأثير ملوثات الهواء ويزيد البحث في هذا المجال تعقيدا مما يحدو الى اتخاذ كل السبل للتخفيف بقدر الاستطاعة من هذه الضغوط الجسمانية التي يتعرض لها الحجيج. تقبل الله منهم وممن عمل على خدمتهم وراحتهم.

١ – ٧ المناخ الحار :

يوجد في جسم الانسان جهاز منظم للحرارة ، هذا الجهاز المعقد مهمته أن يحفظ عملية التوازن الحراري للأنسجة الداخلية للجسم في حدود ضيقة للتغير في درجة الحرارة . وبالتالي فللحفاظ على درجة الحرارة ثابتة على هذا المنوال فلابد أن تتساوى الحرارة المكتسبة والمفقودة بجسم الانسان. وتتم هذه العملية من خلال ثلاث عمليات يقوم بها الجسم :

١ – يكتسب الجسم أو يفقد كمية من الحرارة بواسطة عملية التبادل الحراري (convection) طبقا لما اذا كانت درجة الحرارة أعلى أو أقل من حرارة الجسم. وبالطبع فان زيادة سرعة الريح تزيد من هذا التبادل الحراري.
٢ – طبقا لما يحيط بالجسم من درجات حرارة الجو الخارجية فان الجسم يكتسب أو يفقد حرارة بواسطة الاشعاع.
٣ – يفقد الجسم جزء من حرارته بعملية تبخير العرق، وتعتمد الكمية التي تتبخر من العرق والتأثير التبريدي لعملية البخر على الفرق بين ضغط البخار المحيط وذلك الموجود على سطح الجلد. ويزداد هذا الفرق كلما زادت سرعة الهواء.

هذه العمليات الفسيولوجية الثلاث لحفظ التوازن الحراري للجسم تستدعي جهدا يبذله الجسم كله وبالتالى فانها تصحب بردود فعل فسيولوجية كثيرة حتى يمكن لجهاز التنظيم الحراري بالجسم من ملاءمة ذلك المناخ الحار. ورد الفعل المباشر لهذه الحرارة هو الزيادة الواضحة في درجة الحرارة الداخلية للجسم وسرعة ضربات القلب والعرق. ويمكن تلخيص ما ينشأ من أضرار الى قسمين :

١ - الأضرار الناشئة عن اجهاد كبير لجهاز تنظيم الحرارة ليقابل ما هو مطلوب منه :

أ - عدم ثبات الدورة الدموية.

ب - فقد اتزان الماء والالكتروليتات (الاملاح).

٢ - أضرار ناشئة عن فشل جهاز تنظيم الحرارة :

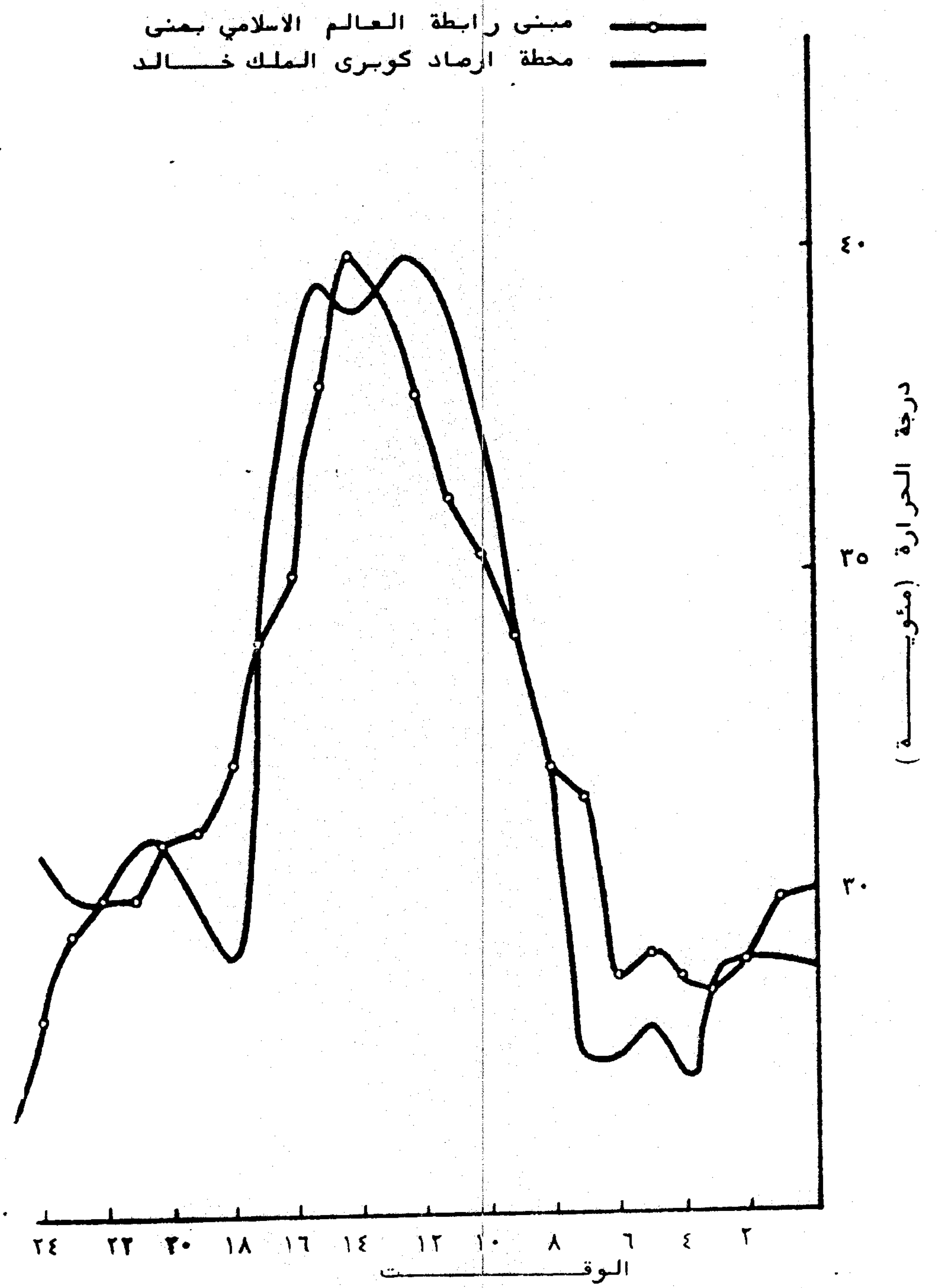
أ - ضربات الحرارة Heat Strock

ب - زيادة الحرارة Heat Hyperpynexia

وعلى وجه العموم فان هذه المخاطر تحدث في الاجواء الحارة بدرجات متفاوتة، وتزداد أخطار حدوثها كلما زاد الجهد الجسماني المطلوب القيام به. وتزيد خطورة المشكلة أيضا عند ارتفاع الرطوبة والذي قد ينشأ عنه بعض الأمراض الجلدية.

ولذلك ينصح الأطباء في مثل هذه الحالات بالراحة التامة وتعاطى الاملاح لتعويض الفقد في اتزان الالكتروليتات بالجسم. ولقد وجدت علاقة قوية بين زيادة عدد الوفيات ودرجات الحرارة في المدن التى لا يرتفع متوسط درجة الحرارة فيها عن ٢٥ درجة مئوية مثل مدينة نيويورك بينما يبين الشكل رقم (٢) والجدول رقم (٣) التغير في درجات الحرارة في وادي منى.

من هذه المعلومات يتضح أن درجات الحرارة التى يتعرض لها الحجيج وانخفاض سرعة الرياح من العوامل القوية التى تصيب الحجاج بما نسميه ضربات الشمس أو بمعنى آخر زيادة الضغط على جهاز تنظيم الحرارة بالجسم، بل ربما فشله في بعض الاحيان. هذا مما يستدعي توعية كاملة للحجاج بكيفية تلافي تلك الضربات ومحاولة عدم بذل الجهد بقدر المستطاع خلال فترات الظهيرة. وحيث أن التقدير يوضح خلال عام ١٤٠٣هـ حيث سيكون الحج في الأعوام القادمة في فترات تشتد فيها درجات حرارة الشمس فلابد من توفير ما من شأنه الاقلال من ضربات الشمس المتوقعة من تصميم للخيام ومواقيت رمى الجمرات والأعداد لمواجهة مثل هذه الحالات عند حدوثها.



شكل رقم ٢ مثال للتغير الحرارى اليومي في درجة الحرارة بموقعين داخل الوادى خلال احد ايام التشـــــريق (من تقرير الارصاد الدقيقة بالوادى)

جدول رقم ٣

نتائج الارصاد بمحطة أرصاد وادي منى

القياسات	الشهر: محرم	صفر	ربيع أول	ربيع ثان	جمادى أول	جمادى ثان	رجب	شعبان	رمضان	شوال	ذوالقعدة	ذوالحجة
أ – حرارة الهواء												
١ – متوسط درجة الحرارة	–	٢٥٫٠	٢٣٫٢	٢١٫٩	٢٥٫٢	٢٦٫٧	٣٣٫٥	٣٥٫٢	٣٥٫٨	٣٥٫٣	٢٤٫٠	٣٠٫٥
٢ – أقل درجة حرارة	–	٢٢٫٧	٢٠٫٥	١٩٫٧	٢٢٫٣	٢٤٫٠	٣٠٫٥	٣٢٫٢	٣٢٫٨	٣٢٫٥	٣٠٫٦	٢٧٫٨
٣ – أقصى درجة حرارة	–	٢٨٫٧	٢٦٫٦	٢٥٫٢	٢٩٫٢	٣١٫٠	٣٦٫٥	٣٨٫٤	٣٩٫٠	٣٨٫٠	٣٧٫٠	٣٣٫٤
ب – الرطوبة النسبية												
١ – معدل درجات الرطوبة	–	٦٨٫٩	٩٥٫٦	٥٧٫٠	٥١٫٠	٤٩٫٠	٤٥٫٠	٣٤٫٠	٢٩٫٠	٣٢٫٠	٤٣٫٠	٥٨٫٠
٢ – أقل درجة رطوبة	–	٤٧٫٧	٤٥٫٠	٣٩٫٠	٣٨٫٠	٣٥٫٠	٣٣٫٠	٢٥٫٠	٢١٫٠	٢٧٫٠	٣٢٫٠	٤٤٫٠
٣ – أقصى درجة رطوبة	–	٧٧٫٨	٧٤٫٠	٧٣٫٠	٧٧٫٠	٦٢٫٠	٥٧٫٠	٤٤٫٠	٣٩٫٠	٣٩٫٠	٥٢٫٠	٦٩٫٠
ج – قوة الاشعاع الشمسي (وات/م٢)	٢١١٫٦	١٩٢٫٣	٢٠٦٫٤	٢٣٦٫٧	٢٦٧٫٤	٢٩٣٫٩	٣٠١٫١	٣٠٥٫٢	٢٤٦٫٠	٢٥٥٫٤	٢٣٠٫٢	
د – الرياح												
١ – سرعة الرياح												
٢ – اتجاه الرياح												

من التقرير الشهري لقياس أجهزة الرصد – وحدة هندسة البيئة

كذلك فان هذه الحالات ليست بعيدة عن تأثير الملوثات مثل أول اكسيد الكربون الذي يؤثر على الدورة الدموية وأمراض القلب. فلاذا أضيف هذا التأثير الى تأثير الحرارة العالية فان المشكلة ستزداد تعقيدا، مما يدعو الى العمل بكل الوسائل للاقلال من الملوثات بالوادي عن طريق التخطيط للاقلال الى الحد الأدنى من استعمال السيارات ووضع مسارات واسعة ومحدودة تخترق الوادي بحيث تسير السيارة بسرعات عالية يقل معها انبعاث الملوثات، وتسمح كذلك بمرور سيارات الأمن والاسعاف دون ابطاء والحد من أعداد السيارات لأدنى مستوى ممكن. ويرتبط ذلك بدراسات عديدة أخرى يجريها مركز ابحاث الحج.

أما عن تأثير الملوثات في الأجواء الحارة فلا توجد دراسات متكاملة عن هذا التأثير على الانسان. وان وجد بعض الدراسات على حيوانات التجارب فقط والتى تشير الى أن تأثير التلوث يزداد حدة ويتضاعف الى أضعاف تأثيره مقارنا بدرجات الحرارة الباردة والسائدة في أوروبا. وربما يرجع عدم توافر هذه البيانات عن تخلف الدراسات البيئية في العالم النامي والذي يقع في المناطق الحارة.

لذلك ولوضع الحدود الضارة والحدود القصوى للتعرض لتركيز الملوثات في الوادي. فيقترح اجراء دراسة متكاملة بأن تؤخذ عينات عشوائية من الحجاج من أعمار وجنسيات مختلفة ثم يوقع عليهم الكشف الطبى قبل بدء الحج. ثم يتابع هؤلاء الحجاج في حركتهم والمجهود الذي يقومون به وعاداتهم. وكذلك بقياس ما يتعرضون له من تلوث للبيئة خلال فترة الحج. ويتابع حالتهم الصحية حتى الانتهاء من اقامتهم بمنى.

وبتكرار هذه العملية لأكثر من عام يمكن وضع المعايير الصحيحة والحقيقيه لتأثير الملوثات والمناخ تحت هذه الظروف مما سيكون له أكبر الفائدة ليس للحجيج فقط ولكن مثل هذه الدراسة وبلاشك ستستفيد منها الدراسات البيئية المختلفة بالمملكة ككل.

أما في الدراسة الحالية فستقارن الملوثات بالحدود العالمية والموضوعة في كل من أمريكا وأوروبا للاسترشاد بها. ولكن يجب الا يفوتنا أن هذه المواصفات القياسية والموضوعة نتيجة دراسات في المناطق الأقل حرارة هي تعتبر مواصفات قياسية عالية التركيز ويمكن أن يحدث عندها أضرار أكثر بكثير مما هو متوقع، وذلك نتيجة الاختلاف في المناخ والجهد المبذول خلال فترة الحج بكل من منى ومكة المكرمة.

الباب الثاني

خطة الدراسة الحالية

تخطيط الدراســـة

ترتبط تركيزات الملوثات بوادي منى والأضرار الصحية التي قد تنشـــأ عنها بعدة عوامل مختلفة . تلك العوامل هي :

١ - كمية ونوعية الملوثات المنبعثة من مصادر التلوث.
٢ - التوزيع الجغرافي لمصادر التلوث بالوادي.
٣ - العوامل الجوية وطبوغرافية المكان.
٤ - المناخ وتأثيراته المختلفة على الصحة .
٥ - نوعية الحجاج وأعمارهم.
٦ - العادات المختلفة للحج .
٧ - طبيعة أعمال الحج والجهد المطلوب لأداء الفريضة .

لذلك فان هذه الدراسة قد اشتملت على دراسة نظرية وأخرى عملية :

٢ - ١ الدراسة النظرية :

في الدراسة النظرية تم مسح شامل عن الدراسات التي تمت وتتم في الوادي مثل المناخ، ومناقشة الأضرار الصحية المصاحبة لطبيعـــة المناخ الحار. كذلك تم مناقشة طبوغرافية الوادي والعوامـــل الجوية وتأثير الوديان على تراكم الملوثات. كما نوقشت المصـــادر المختلفة للتلوث ومدى مساهمتها في المشكلة . وذلك بقصد تقنيـــن الدور الذي يلعبه كل منها حتى يمكن وضع الحلول المناسبة لخفـــض كمية الملوثات بالوادي. كما نوقشت بعض العادات والعوامل الأخرى التي قد تزيد من حدة مشكلة التلوث.

٢ - ٢ الدراسة العملية :

تمت تلك الدراسة في الفترة من ٦ ذوالحجة ١٤٠٢هـ وحتى٥ محرم ١٤٠٣هـ في محطتين اساسيتين هما :

أ - محطة أمانة العاصمة بالوادي

تم انشاء محطة فوق سطح مبنى امانة العاصمة بمنى (بلدية منى) (شكل رقم ١). اشتملت تلك المحطة على الأجهزة الخاصة برصـــد الملوثات الآتية :

١ - الأتربة المتساقطة
٢ - الأتربة العالقة بالهواء

٣ – غاز أول اكسيد الكربون
٤ – غاز الأمونيا
٥ – غاز ثاني اكسيد الكبريت
٦ – المؤكسدات الكيموضوئية .

ولقد تم تقدير العناصر ٣–٥ خلال فترتي النهار والليل، أما المؤكسدات الكيموضوئية فقد قدرت خلال النهار فقط. ولقد اختيرت تلك المحطة لتوسطها للوادي، وكذلك لأنها المكان الذي تمت فيه الدراسات السابقة . هذا مما يمكن معه مقارنة النتائج الحالية والحكم على مدى التغيرات التي طرأت على مواصفات الهواء نتيجة لما يتخذ من خطوات وتغييرات في الحركة بالوادي.

ب – محطة الأنفاق :

تم رصد الملوثات بمحطة متنقلة وأخرى ثابتة في داخل الأنفاق (انفاق السد) بين وادي منى ومكة المكرمة . ولقد تم قياس الملوثات عند طرف النفق على بعد ١٠٠ متر من وادي منى وكذلك بمنطقة وسط الأنفاق، وقد اشتملت القياسات على :

١ – الدخان
٢ – غاز أول اكسيد الكربون
٣ – غاز ثاني اكسيد الكبريت
٤ – غاز الأمونيا
٥ – الضوضاء

وقد ركزت دراسة مواصفات هواء الانفاق على المؤشرات الرئيسية التي تؤخذ معيارا لمواصفات الهواء في مثل هذه الحالات وهي غاز أول اكسيد الكربون والضوضاء وكذا الدخان.

٢ – ٣ الطرق المستخدمة في جمع وتحليل العينات :

تم سحب الهواء من الموقع المحدد وذلك لجمع عينات الهواء وتحديد تركيز كل من الغازات المطلوبة وكذلك الأتربة العالقة والدخان بالطرق الآتية :

١ - غاز أول اكسيد الكربون :

استخدم جهاز الايكوليزر (شكل رقم ٣) لمتابعة تركيز أول اكسيد الكربون، وذلك بتسجيل التركيزات على شرائط تسجيل ثم تفريغها بعد ذلك ومعاملتها احصائيا.

٢ - غاز الأمونيا :

تم تقدير هذا الغاز بواسطة سحب الهواء باستخدام جهاز جامع الغاز الثلاثى (شكل رقم ٤) خلال حامض كبريتيك مخفف لجمع غاز الأمونيا. ثم قدّر تركيز الغاز بعد ذلك باستخدام كاشف نسلر ومعرفة حجم الهواء المسحوب بالعينة. وقد تم تقدير تركيز الغاز خلال فترات النهار والليل على حدة.

٣ - غاز ثاني اكسيد الكبريت :

تم سحب الهواء لجمعه باستخدام جهاز الغاز الثلاثي من خلال محلول رباعى كلوروالزئبق وتم تقدير تركيز الغاز باستخدام الطريقة القياسية لذلك (West and Gack).

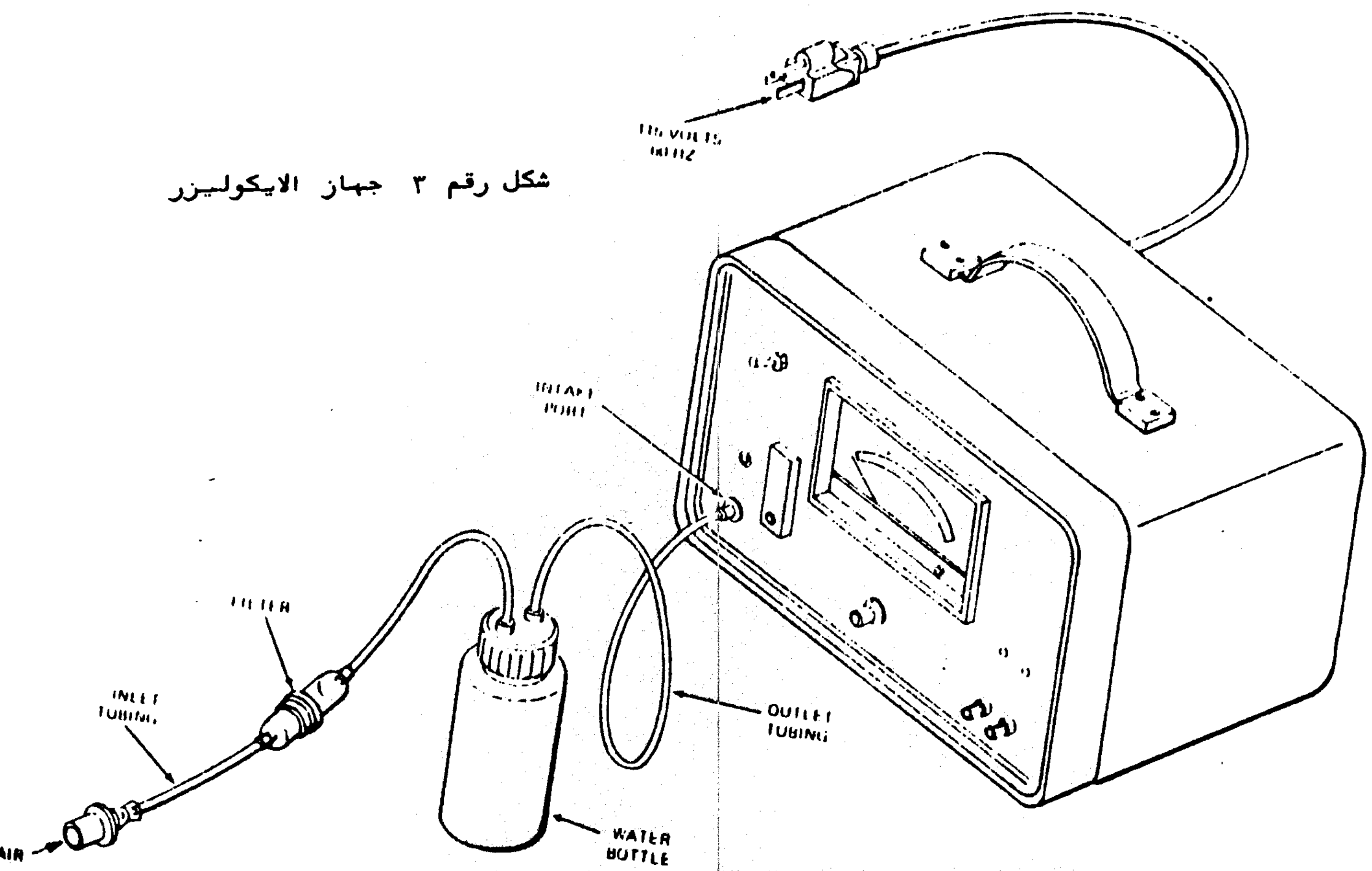
٤ - المؤكسدات الكيموضوئية :

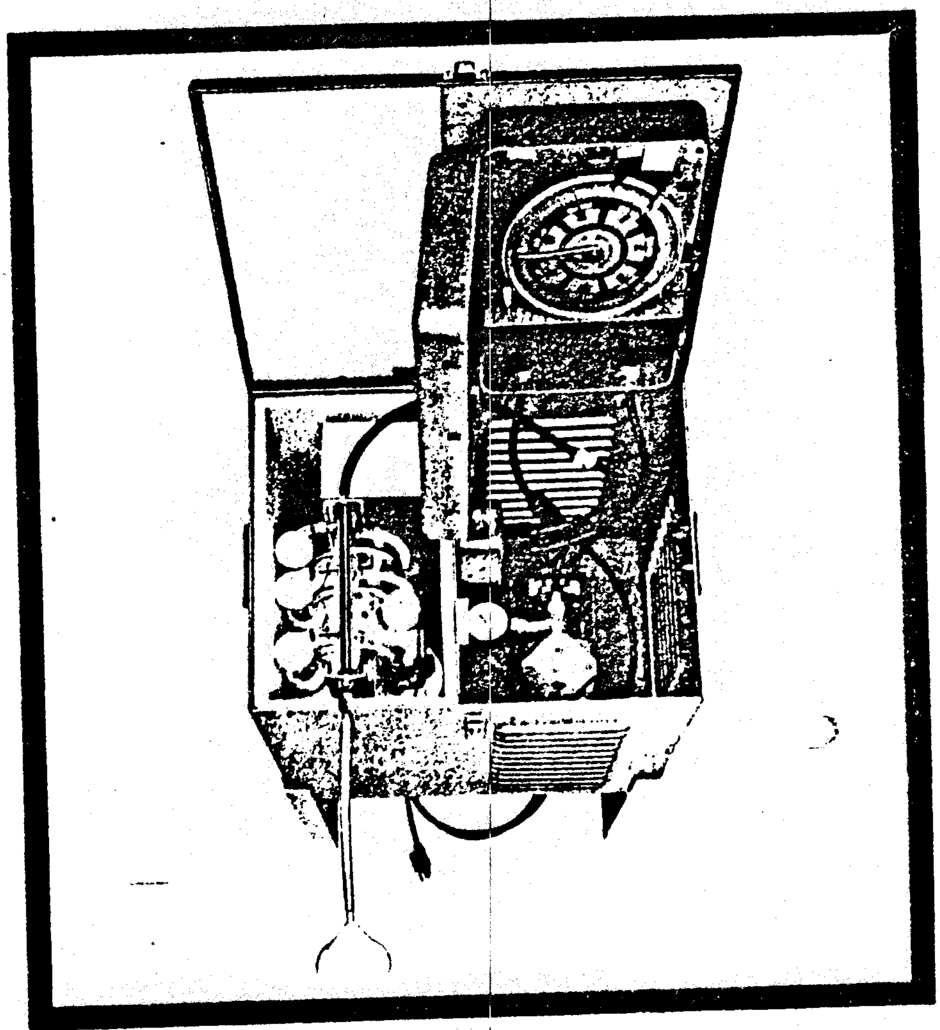
قدّرت هذه الغازات خلال فترتين اساسيتين هما فترة الظهيرة والساعة الرابعة مساء، كما قدّر الغاز خلال فترة الصباح الباكر لبعض الأيام وذلك لدراسة مدى امكانية تكوينه في هواء الوادي. تم تعيين تركيز هذا الغاز بالطريقة اللونية باستخدام محلول ايوديد البوتاسيوم القلوي وتحليله معمليا ثم حساب التركيز بمعرفة حجم الهواء المسحوب.

٥ - الدخان :

قدّر تركيز الدخان داخل الأنفاق بسحب الهواء كل ساعتين متتاليتين على ورق ترشيح طولى (شكل رقم ٥) وذلك باستخدام جهاز

شكل رقم ٣ جهاز الايكوليزر





شكل رقم ٤ جهـاز الغـازات الـثلاثـــــي

التجميع الشريطى (Tap sampler)، ثم تحليله بعد ذلك لمعرفة تركيز الدخان خلال فترة الدراسة .

٦ - الأتربة العالقة :

تم قياس تركيز الأتربة العالقة بسحب الهواء خلال فترتي النهار والليل وترشيحه على ورق ترشيح غشائي ثم قدر تركيز الأتربة لكل فترة على حدة .

٧ - الضوضاء :

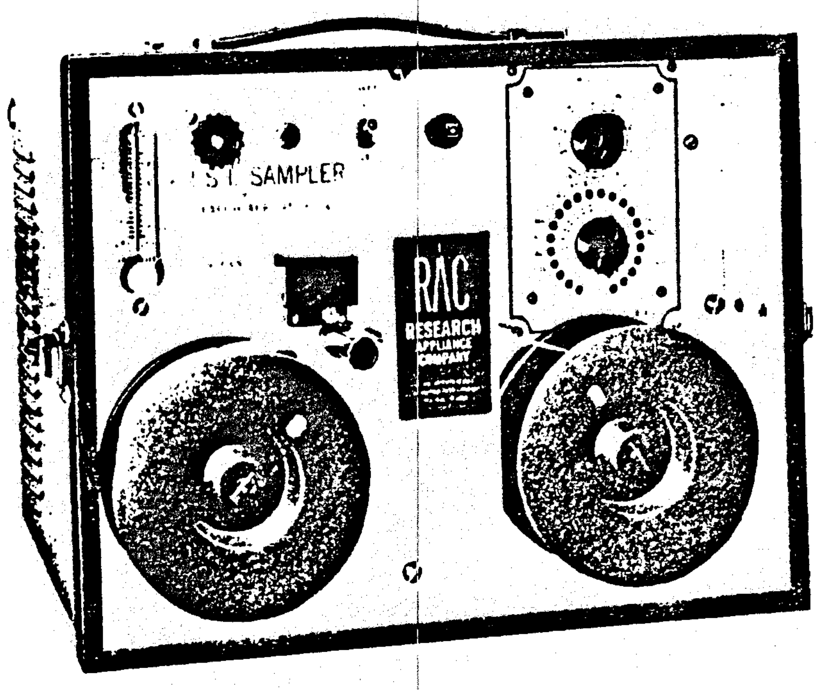
تم رصد شدة الضوضاء في الانفاق خلال فترة الحج بواسطة جهاز Noise Dosemeter. حيث سجلت الأرقام وتم بعد ذلك استخراج الأرقام وتسجيلها بالديسيبل.

٨ - الأتربة المتساقطة :

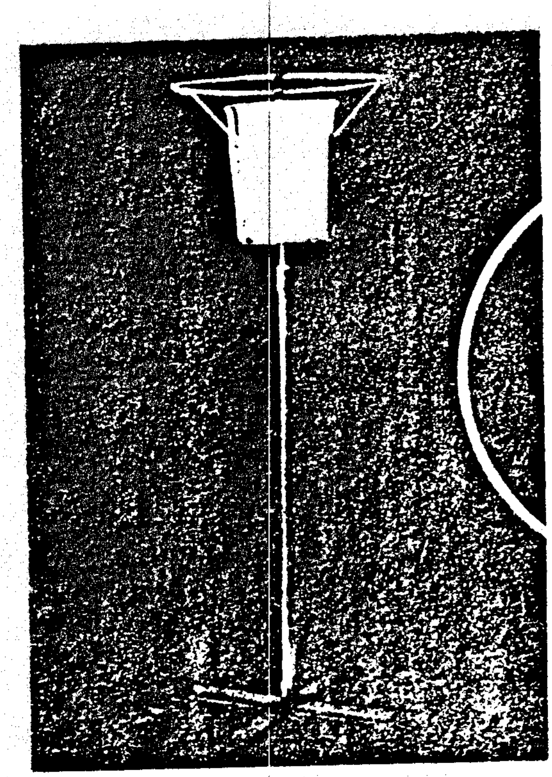
تم جمع الأتربة المتساقطة فوق سطح امانة العاصمة بواسطة جامع الأتربة المتساقطة Dust fall collector (شكل رقم ٦) خلال فترة الحج، وكذلك في الفترة التالية لرحيل الحجاج عن الوادي.

٩ - أعداد السيارات :

تم رصد معدلات مرور السيارات بالانفاق خلال فترات قياس الملوثات.



شكل رقم ٥ جهاز تعيين الدخان



شكل رقم ٦ مجمع الاتربة المتساقطة

الباب الثالث

ملوثات الهواء بالوادي

النتائج والمناقشة

٣ - ١ المؤكسدات الكيموضوئية :

تتكون ملوثات الهواء المؤكسدة، والتي كثيرا ما توجد في المناطق الملوثة بدرجات متفاوتة الحدة، نتيجة تفاعل أكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات المنبعثة الى الهواء من عمليات احتراق الوقود، حيث تتفاعل تلك النواتج الأولية تحت تأثير أشعة الشمس. وحتى الآن لم تتضح أي علاقة بين هذا التفاعل ودرجة الحرارة أو الرطوبة فالعامل الأساسي هو وجود المواد الأولية التي تنبعث أساسا من السيارات ووسائل الاحتراق الأخرى وتتفاعل تحت أشعة الشمس منتجة مجموعة من النواتج أهمها غاز الأوزون ونترات البولي استيل (PAN) وبعض المؤكسدات الأخرى.

تنبعث الهيدروكربونات والتي لها الدور الأساسي في التفاعلات المؤدية لهذه المؤكسدات من السيارات. وليس من الضرورة أنه بالامكان فصل التأثير الصحي لتلك المجموعة المعقدة من التفاعلات ونواتجها مثل تأثير الأزون، أكاسيد النتروجين، والمواد السابقة في حلقة التفاعل لانتاج غاز الأوزون وكذا النواتج الثانوية للتفاعل. لهذا كله تعتبر المؤكسدات الفوتوكيميائية الكلية المتواجدة في الهواء من أحسن المؤشرات التي اتفق علميا على أن تؤخذ معيارا لهذه الملوثات ككل. ولقد أوضحت التجارب التي أجريت على هذه المؤكسدات سواء بالمعامل أو الاحصاءات التي تمت خلال فترات ارتفاع تركيزها ببعض المدن الأمريكية على أن تلك الملوثات لها تأثير حاد وسريع على العين والأنف والحلقوم وحساسية الصدر (Aesthmatic attack). ولذلك فان الأفراد الذين لديهم أمراض صدرية أو لديهم الاستعداد لذلك هم أول من يعانون من ارتفاع تركيزات المؤكسدات الكيموضوئية في الهواء.

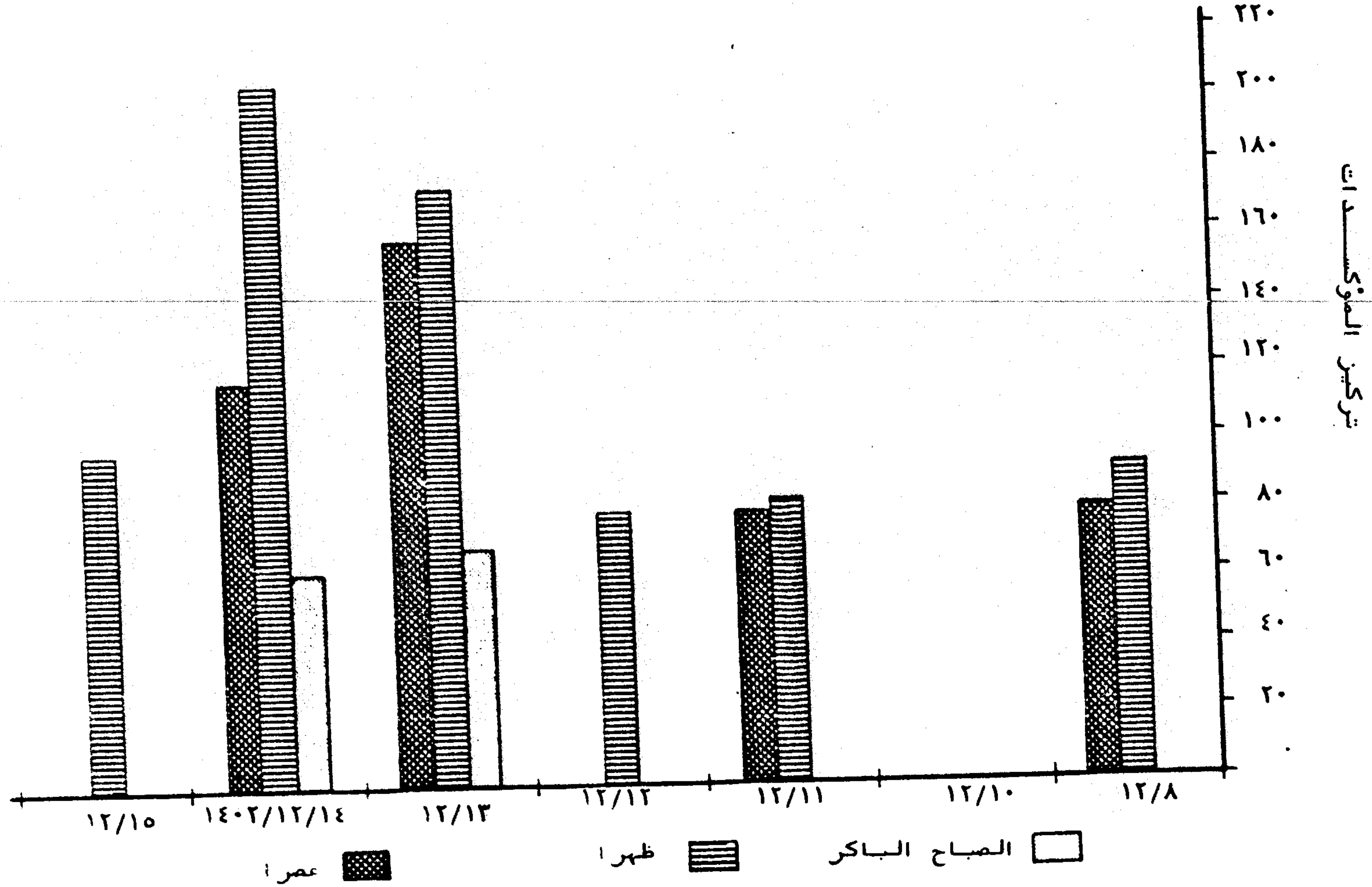
يوضح الشكل رقم (٧) تركيزات المؤكسدات الفوتوكيميائية التي وجدت في هواء وادي منى خلال حج عام ١٤٠٢هـ. من هذا الشكل يتضح أن تركيز المؤكسدات الكيموضوئية يمكن تلخيصها كالآتي :

أ - فترة الصباح من الساعة ٦ الى الساعة ٦٫٣٠ :

تراوحت التركيزات مابين ٤٠ الى ٦٣ ميكروجرام /م٣ من الهواء.

يوضح هذا اعتماد تركيز تلك المؤكسدات على أشعة الشمس ولذلك فان التركيزات التي وجدت خلال فترة الدراسة سواء قبل أو أثناء أو بعد

شكل ٧ التغير في تركيز المؤكسدات الكيموضوئية خلال حج ١٤٠٢ (ميكروجرام/م٣)



أيام التشريق لم تختلف كثيرا من يوم الى آخر، كذلـــــــك فان هذه التركيزات مماثلة لتلك التي وجدت في الدراسات السابقـــــة سواء في المدن الأمريكية أو مدينة القاهرة أو مدينة جدة على سبيل المثـــال. وحيث أن التفاعل يحتاج لأشعة الشمس والتي لا تتواجد أثناء فترة الليل ولذلك لا تتفاعل الملوثات الأولية حال وجودها. أما تلك التركيـــزات الضئيلة والتي وجدت أثناء فترة الصباح فيمكن ارجاعها الى سببيـــن رئيسيين:

١ - وصول بعض جزيئات الأوزون الى هواء الوادي والذي يتكون طبيعيــا في الهواء بمجرد سطوع الشمس.

٢ - بداية التفاعل الكيموضوئي والتي لم تكن قد أخذت الوقت الكافـي لانتاج تركيزات ذات قيمة في هواء الوادي، وهذا ما يفســر تواجدها بتلك الكميات التي لم تختلف كثيرا من يوم لآخر.

ب - فترة الظهيرة من الساعة ١٢ الى الساعة ١٣ :

تراوحت تركيزات المؤكسدات الفوتوكيمياثية في هواء الـــوادي خلال فترة الظهيرة مابين ٨٠ ميكروجرام /م٣ الى ٢٠٥ ميكروجـــرام /م٣ خلال أيام ١٢/٨ الى ١٢/١٤. وهذه التركيزات تؤكد حدوث التفاعـــــل الكيموضوئي بين الهيدروكربونات المتصاعدة من عوادم السيـــارات وأكاسيد النيتروجين الناتجة من السيارات ووسائل الاحتراق الأخـــرى بالوادي.

يؤكد هذا اختلاف التركيزات وقت الظهيرة اختلافا كبيرا حيث وصـــل الى ٨٠ ميكروجرام /م٣ و ٩٣ ميكروجرام /م٣ فقط بومـــي ١٢/١٠ و ١٢/٨ على التوالي وفي وقت الظهيرة من الساعة ١٢ الى الساعة ١٣.

فالانتاج الطبيعي لغاز الاوزون في الهواء يصل الى أقصى درجاتـــه خلال فترة الظهيرة وعندما تكون الشمس في كبد السماء. هذا الانتـــاج الطبيعي من مكونات الهواء الطبيعية يكون أعلى تركيـــز له في هذا الوقت من النهار، وبالتالي فيمكن اعتبار هذه التركيزات هي أقصى ما يمكن أن يصل هواء الوادي من الهواء الخارجي من الغاز المنتـــج طبيعيا. علما بأن بعض التفاعلات المحلية لهواء الوادي لابد وأن تكون قد ساهمت ولو بجزء يسير في هذا التركز. فاذا اعتبرنـــا أن كل هـذا

التركيز ينتج طبيعيا في الفضاء الخارجي ثم يصل هواء الوادي فيكون هذا أقصى تركيز يجب أن يستمر خلال بقية الأيام الأخرى وخصوصا أنها خلال أيام معدودة وليست في فصول مختلفة من السنة كما أن السماء كانت صافية بغير غيوم خلال فترة الحج. ومما يثبت ذلك أن تركيزات المؤكسدات كانت في حدود ٥٠ ± ١٠ ميكروجرام /م٣ هي التركيزات التي اعتبرت أقصى ما يمكن أن ينتج طبيعيا في الهواء في المدن الأمريكية، البريطانية، المصرية ومدينة جدة. على هذا أصبح لزاما أن نعترف ونؤكد أن التركيزات العالية خلال أيام التشريق والتي وصلت الى :

١ - ٢٠٥ ميكروجرام /م٣ متوسط ساعة يوم ١٢/١٣

٢ - ١٩٠ ميكروجرام /م٣ متوسط ساعة يوم ١٢/١١

٣ - ١٧٤ ميكروجرام /م٣ متوسط ساعة يوم ١٢/١٢

هي بلا جدال نواتج تفاعلات محلية تمت في هواء الوادي تحت ظروف الرياح الراكدة وأشعة الشمس المستمرة بين المواد الأولية الناتجة أساسا في عوادم السيارات بالوادي.

يبدأ هذا التفاعل الكيموضوئي عند وجود تركيزات الهيدروكربونات وأكاسيد النيتروجين الكافية ويصل تراكم المؤكسدات الفوتوكيميائية الى تركيزات تشير لتكون الضباب الفوتوكيميائي (أعلى من ١٦٠ ميكروجرام /م٣) ويستغرق ذلك في حدود ساعتين الى أربع ساعات تحت أشعة الشمس (راجع نصر الله ١٩٧٣، نصر الله ١٩٧٥، نصر الله ١٩٨٢).

بعد أن تأكد لنا ظهور المؤكسدات الكيموضوئية في هواء الوادي بتلك التركيزات العالية والتي تشير الى تكوين الضباب الكيموضوئي محليا فلنناقش مدى خطورة تواجد تلك التركيزات في هواء الوادي. يوضح الجدول رقم (٤) بعض الأضرار الصحية المتوقعة عند التركيزات والفترات الموضحة قرين كل منها:

جدول رقم (٤)

تأثير التركيزات المختلفة للمؤكسدات الكيموضوئية

التأثير الصحي	التركيز	فترة التعرض
زيادة في أزمات التنفس	٢٥٠ ميكروجرام/م٣	ساعة واحدة
اضطراب التنفس	٢٠٠ ميكروجرام/م٣	ساعة واحدة
مضايقات وحساسية وحرقان العين	٢٠٠ ميكروجرام/م٣	ساعة واحدة
زيادة الوفيات عند وجود الجسيمات الميكروبية المعدية بالهواء	١٦٠ ميكروجرام/م٣	ثلاث ساعات

من هذا الجدول والتركيزات التي وجدت في وادي منى يمكن استنتاج أن تركيزات المؤكسدات الكيموضوئية في هواء الوادي والتي وجدت وقت الظهيرة خلال فترة حج ١٤٠٢هـ وصلت معدلات لها امكانية حدوث اضطرابات للجهاز التنفسي وحساسية العين، ذلك حيث وصلت التركيزات التي تم قياسها الى أكثر من ٢٠٠ ميكروجرام/م٣ يوم ١٢/١٣ وما يقارب ذلك يوم ١٢/١١ لفترات تعرض موازية لما ينتج من أضرار صحية. ولكن تجدر الاشارة هنا الى أن الخطوات التي أتخذت للحد من دخول السيارات الى الوادي قد خفضت من الأضرار المحتملة لهذه المواد المصنعة في الهواء من نواتج عوادم السيارات. ذلك حيث وصل تركيز المؤكسدات الضوئية خلال حج عام ١٣٩٨ الى ٣٠٠ ميكروجرام/م٣ في فترة الظهيرة يوم ١٣٩٨/١٢/١٣هـ وانخفضت الى ٢٠٥ ميكروجرام/م٣ في نفس الفترة يوم ١٤٠٢/١٢/١٣هـ. ولكن هذا الاجراء للحد من دخول السيارات في حاجة الى الكثير من الخطوات التى تخفض احتمالات حدوث هذا الضباب الفوتوكيميائي في هواء الوادي، حيث مازالت التركيزات ذات الأضرار المحتملة تنتج في هواء الوادي. كذلك توضح مقارنة التركيزات التي وجدت بهواء الوادي أن يوم ١٢/١٣ هو أشدها احتمالا لتكوين مثل هذه المؤكسدات في الهواء يليه أيام ١٢/١١ و ١٢/١٢. وذلك نتيجة للزحام الكبير والحركة عند مغادرة الحجاج للوادي بعد أداء المناسك.

ج - الفترة من الساعة ١٦ الى الساعة ١٧ عصرا :

من المعروف علميا أن تركيز المؤكسدات الكيموضوئية عندما يصل الى أشده بعد ساعتين الى اربع ساعات من فترات الانبعاث الكبيرة للمواد الأولية يبدأ بعد ذلك في الانخفاض نتيجة فعل الرياح (راجع نصرالله ١٩٧٥ ونصرالله ١٩٨٢). لذلك أخذت الدراسة الحالية هذا العامل في الاعتبار وذلك حتى يمكن معرفة فترات التعرض لتركيزات عالية في هواء الوادي وخصوصا أن الأضرار الناشئة عن التعرض لساعة واحدة عند تركيزات عالية قد ينشأ) ما هو أشد منها اذا كانت فترات التعرض لمدد أطول. كما أن الدراسات العلمية عن تداخل تأثير غاز الأوزون مع الجسيمات (الميكروبات) الضارة تحتاج لمعرفة التركيز لمدة ثلاث ساعات.

جدول رقم ٥

تركيزات المؤكسدات الكيموضوئية بوادي منى خلال ثلاث سنوات
(ميكروجرام/م٣)

التاريخ	١٣٩٨هـ			١٣٩٩هـ			١٤٠٠هـ		
	صباحا	ظهرا	عصرا	صباحا	ظهرا	عصرا	صباحا	ظهرا	عصرا
١٢/٧	٧٠	-	-	-	-	-	-	-	-
١٢/٨	٦٠	٨٠	-	-	-	-	٥٥	٩٣	٧٩
١٢/٩	-	-	-	-	-	-	-	-	-
١٢/١٠	-	٨٠	-	-	-	-	-	٨٠	٧٩
١٢/١١	٧٠	١٢٠	-	-	-	-	٦٣	١٩٠	-
١٢/١٢	٤٠	-	-	٦٠	٢٠٠	-	٥٥	١٧٤	١٦٣
١٢/١٣	-	٣٠٠	-	٦٦	٢٦٠	-	٦٠	٢٠٥	١١٨
١٢/١٤	-	٢٠٠	-	٦٠	١٣٠	-	٤٠	٩٨	-
١٢/١٥	-	١٦٠	-	٨٠	١٢٠	-	-	-	-

تراوحت التركيزات خلال فترة العصر مابين ٧٩ الى ١٦٣ ميكروجرام/م٣. يؤكد هذا أن هواء الوادي يمكن أن ينظف نفسه ذاتيا من ذلك الغاز ولكن بعد فترات التعرض التي ناقشنا أضرارها خلال فترة الظهيرة والتي عادة ما ينشأ عنها عدة أضرار تضاف الى ضربات الشمس والحرارة. ولكن تجدر الاشارة الى أن هذا التنظيف الذاتي ليس بالسرعة الكافية والدليل على ذلك بقاء التركيز يوم ١٢/١٣ متراوحا مابين ١٧٤ الى ١٦٣ ميكروجرام/م٣ لفترة تزيد عن ٥ ساعات من الساعة ١٢ الى الساعة ١٧. وهذه المدة ضعف المدة اللازمة لزيادة حالات الوفيات عند تواجد الميكروبات المعدية مثل:

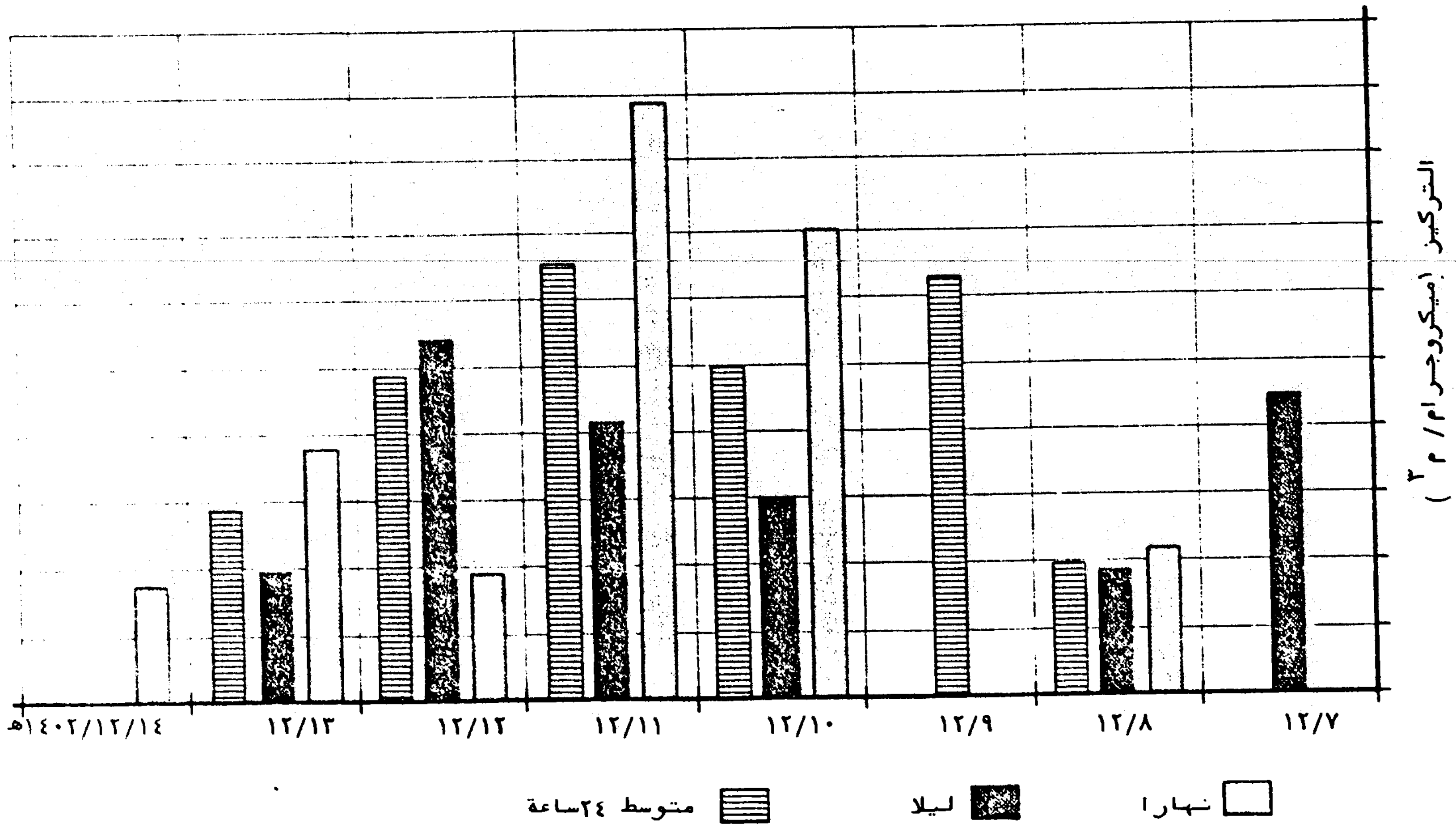
- Streptococcus (group C)
- Klebsiella pneumonia
- Diplococcus pneumonia

حتى تكتمل الصورة فان الكثير من البكتريا المحللة للدم وغيرها وجدت بتركيزات عالية في هواء الوادي (راجع تقارير د. حامد بمركز بحوث الحج). كما أن انخفاض التركيزات من ١٧٤ الى ١٦٣ ميكروجرام/م٣ يوم ١٢/١٢ أو حتى ذلك الانخفاض في التركيز من ٢٠٥ الى ١١٨ ميكروجرام/م٣ خلال يوم ١٢/١٣ (جدول رقم ٥) يشير الى أن التنظيف الذاتي لهواء الوادي هو عملية بطيئة لايمكن اعتبارها ذات أثر كبير. ويؤكد ذلك سرعة الرياح في الوادي خلال تلك الفترة (الجدول رقم ٢). لهذا كله لابد من الأخذ بالخطوات اللازمة للحد من انبعاثات الهيدروكربونات وأكاسيد النتروجين في الوادي ويمكن أن يتم ذلك بتخفيض أعداد السيارات وتخصيص المسارات التي تزيد من سرعة العدد المحدود جدا والذي سيسمح له حينئذ بالمرور.

٣ - ٢ الأتربة العالقة :

يوضح الجدول رقم (٦) والشكل رقم (٨) تركيزات الأتربة العالقة بهواء المنطقة. من هذا الشكل يتضح أن تركيزات الأتربة العالقة تختلف من يوم لآخر حسب طبيعة النشاط بالمنطقة خلال أيام الحج. حيث وصل تركيز الأتربة خلال

شكل رقم ٨ التغير في تركيز الاتربة العالقة بهواء الوادى خلال حج ١٤٠٢هـ (ميكروجرام / م^{٣})



جدول رقم ٦

تركيز الأتربة العالقة بهواء وادي منى ١٤٠٢هـ

رقم العينة	التاريخ	الوقت	التركيز (ميكروجرام/م٣)	ملحوظات
١	١٤٠٢/١٢/٧	٢٠٠٠ – ٨٫٠٠ (ليلا)	٢٢٥	
٢	١٤٠٢/١٢/٨	٨٫٠٠ – ٢٫٠٠ (نهارا)	١١٠	
٣	١٤٠٢/١٢/٨	٢٠٠٠ – ٨٫٠٠ (ليلا)	٨٨	
	١٤٠٢/١٢/٨	متوسط ٢٤ ساعة	٩٩	
٤	١٤٠٢/١٢/٩	٨٠٠٠ – ٨٫٠٠ (طول اليوم)	٣١٣	
٥	١٤٠٢/١٢/١٠	٨٫٠٠ – ٢٠٫٠٠ (نهارا)	٣٥٠	
٦	١٤٠٢/١٢/١٠	٢٠٫٠٠ – ٨٫٠٠ (ليلا)	١٥٠	
	١٤٠٢/١٢/١٠	متوسط ٢٤ ساعة	٢٥٠	
٧	١٤٠٢/١٢/١١	٨٫٠٠ – ٢٠٫٠٠ (نهارا)	٤٤٥	
٨	١٤٠٢/١٢/١١	٢٠٫٠٠ – ٨٫٠٠ (ليلا)	٢١٠	
	١٤٠٢/١٢/١١	متوسط ٢٤ ساعة	٣٢٨	
٩	١٤٠٢/١٢/١٢	٨٫٠٠ – ٢٤٫٠٠	١٩٤	
١٠	١٤٠٢/١٢/١٢	٢٤٫٠٠ – ٨٫٠٠	٢٧٤	
	١٤٠٢/١٢/١٢	متوسط ٢٤ ساعة	٢٤٣	
١١	١٤٠٢/١٢/١٣	٨٫٠٠ – ٢٠٠٠	١٩٠	
١٢	١٤٠٢/١٢/١٣	٢٠٫٠٠ – ٨٫٠٠	٩٨	
	١٤٠٢/١٢/١٣	متوسط ٢٤ ساعة	١٤٤	
١٣	١٤٠٢/١٢/١٤	٨٫٠٠ – ١٤٫٠٠ (ظهرا)	٨٩	

فترة النهار الى أقل مستوى يوم ١٤٠٢/١٢/١٤هـ وبعد أن غادر الحجيج وادي منى، اذ كان التركيز ٨٩ ميكروجرام/م٣ خلال النهار. واذا اعتبرنا أن هذا هو التركيز المتواجد بالمنطقة نتيجة للعوامل الطبيعية وبعض النشاطات السكانية القليلة المتواجدة بالمنطقة وبعض الحركة القليلة المتبقية من نشاط، فانه من الواضح أن هذا التركيز يتزايد الى درجة عالية ، تمثل شان أعلى تركيز، يوم ١٢/٩ وهو يوم عرفة ، في ذلك اليوم يكون نشاط السيارات صباحا وبعد منتصف الليل حتى الصباح الباكر عند العودة الى منى من المزدلفة وكذلك حركة السير وغيرها. كل هذه العوامل قد رفعت تركيزات الأتربة في الهواء الى ٣١٣ ميكروجرام/م٣ أي بنسبة تصل الى ٣٥٠٪ من تلك التي وجدت يوم ٨/٨ ليلا (أي ليلة الوقوف بعرفات) بعد أن وصل الحجيج للمبيت بمنى وهدأت الحركة بصفة عامة ترقبا للاستيقاظ مبكرا والذهاب الى عرفات. من هذا يتضح أن حركة الحجيج وسياراتهم هي من العوامل الأساسية لتواجد تلك الكميات الكبيرة من الأتربة العالقة بالهواء. ولكن باضافة المحارق عندما تعمل بطاقتها القصوى ازدادت مشكلة الأتربة العالقة حدة ، حيث وصلت الى ٤٤٥ ميكروجرام/م٣ يوم ١٤٠٢/١٢/١١هـ خلال فترة النهار وبمتوسط ٣٢٨ ميكروجرام/م٣ (٢٤ ساعة). تتطابق هذه الحقيقة مع تواجد أقصى درجة لتركيزات ثاني اكسيد الكبريت خلال نفس اليوم ١٤٠٢/١٢/١١هـ. يؤكد هذا التوافق على المساهمة الفعالة للمحارق فى مشكلة الأتربة العالقة وكذلك ثاني اكسيد الكبريت كما ستناقش في البند ٤. من هذا يتضح أن المصدر الاساسي للمواد الأولية المخلقة للضباب الفوتوكيميائي وكذلك غاز أول اكسيد الكربون (بند ٥-٣) هي أساسا السيارات. أما الأتربة العالقة فليست السيارات وحدها المسئول الوحيد أو الذي يساهم وحده بالجزء الأكبر. ولكن يمكن القول أن عدة مصادر تساهم في ازدياد حدة مشكلة التلوث بالأتربة العالقة ، مما يجعل عملية تخفيض تركيزاتها تحدو بالتفكير في أكثر من مصدر وهي السيارات والمحارق والحركة على أرض الوادي بما تبعثه من أتربة ، وحيث أن الأخيرة لا يمكن التحكم فيها ببساطة فان التفكير لابد وأن يتجه ليس فقط للسيارات ولكن أيضا للمحارق ووضعها.

حتى لا تكون جهود التحكم في الملوثات عن طريق اقتراح استخدام وسائل التحكم التقنية أو عن طريق اعادة تخطيط الوادي مضيعة للوقت فانه لابد من معرفة ما اذا كانت الخطوات التي اتخذت للحد من الملوثات في الوادي كانت خطوات ناجحة حتى يمكن السير فيها أو اعادة تقييم ما تم من خطوات.

جدول رقم ٧

تركيز الأتربة العالقة بهواء وادي منى خلال السنوات المختلفة للدراسة

اليوم	عام ١٣٩٨	عام ١٣٩٩	عام ١٤٠٢
١٢/٦	٣٨٠	—	
١٢/٧	٣٦٠	—	٢٢٥
١٢/٨	—	—	٩٩
١٢/٩	—	—	٣١٣
قبل أيام التشريق	٣٧٠	—	٢١٢
١٢/١٠	٥٦٥	١٤٠	٢٥٠
١٢/١١	٥٨٠	٥٨٠	٣٢٨
١٢/١٢	٧٨٠	٢٠٠	٢٤٣
١٢/١٣	٥٢٥	—	١٤٤
أثناء أيام التشريق	٦٥٠	٣٠٦	٢٥٢
١٢/١٤	١٧٠	١٥٠	٨٩
١٢/١٥	٢١٠	١٦٠	—
١٢/١٦	٢٠٠	—	—
بعد أيام التشريق	١٩٠	١٥٣	٨٩

يبين الجدول رقم (٧) تركيزات الأتربة العالقة بهواء الوادي (فوق سطح مبنى أمانة العاصمة المقدسة بمنى) خلال عام ١٣٩٨هـ قبل اتخاذ خطوات الحد من التلوث وكذلك سنوات ١٣٩٩ و ١٤٠٢هـ.

من هذا الجدول يتضح أن تركيزات الأتربة العالقة بالهواء خلال أيام التشريق والناتجة عن نشاط الحجيج والمحارق خلال تلك الفترة قد انخفضت خلال عام ١٤٠٢هـ بنسبة تصل الى حوالي ٥٠٪ عنها خلال عام ١٣٩٨هـ. ويشير هذا الى نجاح الخطوات التي اتخذت منذ عام ١٣٩٩هـ للاقلال من الملوثات بالوادي وتهيئة جو أكثر ملاءمة للحجاج. أما تركيزات الأتربة العالقة بهواء الوادي والناشئة عن أعمال الحج خلال عام ١٤٠٢هـ فانها لم تتأثر كثيرا خلال فترة حج ١٤٠٢هـ عنها في عام ١٣٩٩هـ. وهنا يبرز سؤال هام هو هل تم تخفيض الملوثات للحد الذي لا ينشأ عنه أضرار أم مازال أمامنا الكثير للوصول الى تهيئة الجو المناسب بعيدا عن اضرار صحية ومضايقات لحجاج بيت الله الحرام؟.

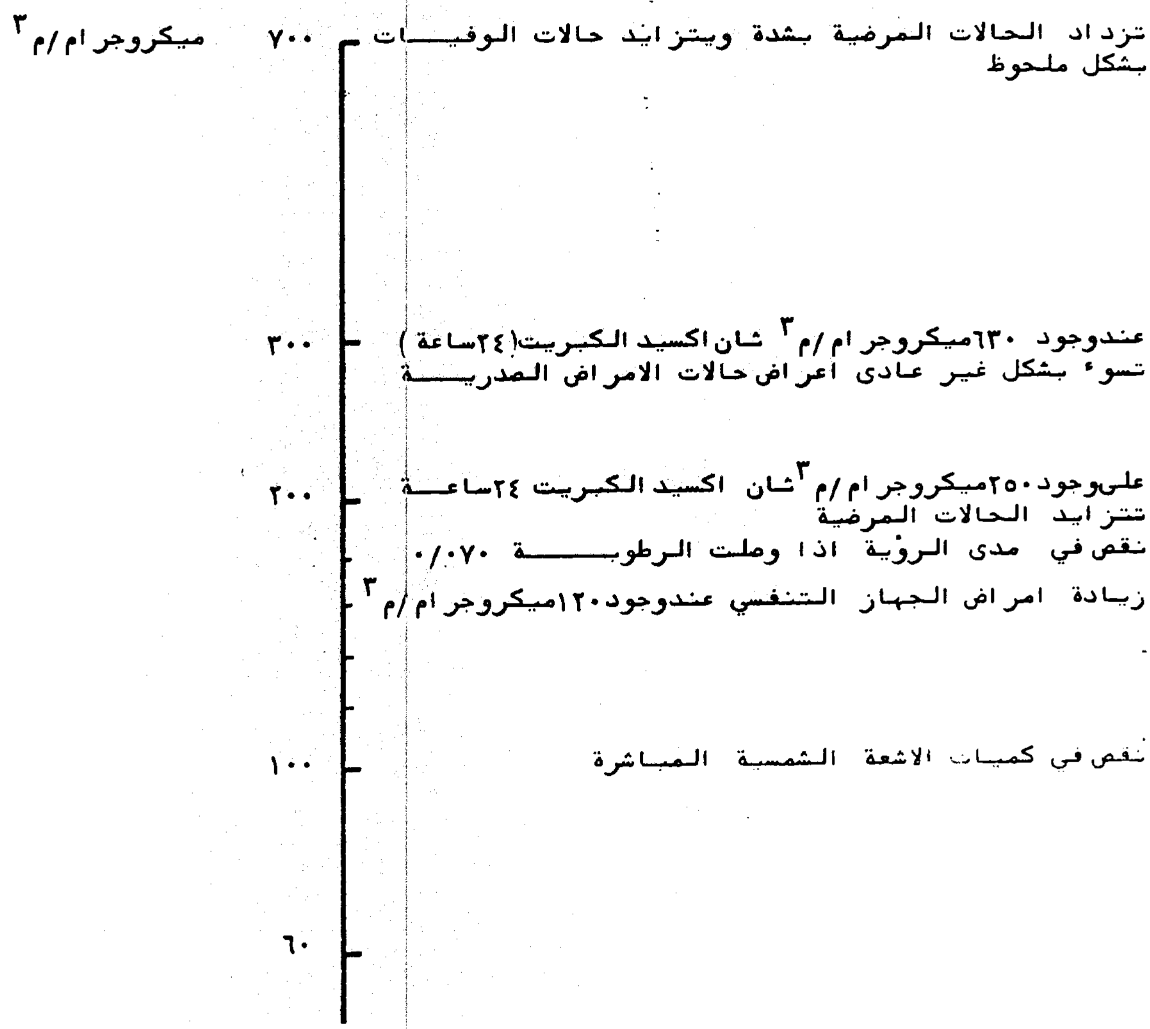
واذا كانت الخطوات التي تمت حتى الآن هي خطوات ناجحة فهذا يشجع على اتخاذ المزيد من الخطوات في هذا الاتجاه خاصة مع تزايد أعداد الحجاج المتوقع ان شاء الله في الأعوام القادمة. وحتى لا نخسر المعركة أمام مشكلة التلوث، لابد لنا من مناقشة الأضرار الصحية المتوقعة للتركيزات التي وجدت خلال حج ١٤٠٢هـ والتي كما سبق ذكره هي أقل بكثير مما وجد عام ١٣٩٨هـ.

يمتد التأثير السيئ للمواد الصلبة العالقة بالهواء من المضايقات والاتساخ والتي ترتبط بالعرق والحرارة وركود الهواء وخلافه مما قد يزيد من حدة الأمراض الجلدية الناشئة عن ضربات الحرارة. كذلك فان التأثير الصحي السيئ لهذه الملوثات على أجهزة الجسم يحدث أساسا للجهاز التنفسي للانسان. لذلك وضعت المعايير القياسية بحيث لا يزيد التركيز خلال فترة قياس لمدة ٢٤ ساعة عن ٢٦٠ ميكروجرام/م٣ للحفاظ على الصحة العامة. ولكن رغم أن التركيزات التي وجدت بهواء الوادي هي أكثر من تلك المواصفات في معظم الأيام ابتداء من يوم عرفة وحتى آخر أيام التشريق، فان هذا القياس ليس كافيا ولا يمكن الاعتداد به. ذلك حيث أن خطورة تواجد الأتربة العالقة تزداد حدة بتواجد أكاسيد الكبريت، كما أن الأتربة العالقة تزيد من التأثير السيئ لأكاسيد الكبريت، ذلك بامتصاص الغازات على سطح الجسيمات الدقيقة وتسهيل عملية وصولها الى الجزء الأسفل من الرئتين مما ينشأ عنه الضرر المباشر للجهاز التنفسي.

يوضح الشكل رقم (٩) هذا الترابط بين تواجد الأتربة العالقة وأكاسيد الكبريت والتى يقوي كل منهما الآخر محدثة أضرارا بالغة للجهاز التنفسى. ولقد وصلت تركيزات ثانى أكسيد الكبريت في هواء الوادي الى ٢٤٠ ميكروجرام/م٣٠ أي أن هواء الوادي، وجد به تركيزات للأتربة العالقة يصاحبها من ثانى اكسيد الكبريت ما قد ينتج عنه زيادة في أمراض الجهاز التنفسى والأمراض المصاحبة لذلك. حقيقة ان التركيزات وما يتبعها من أضرار متوقعة هى بلا أدنى شك أقل بكثير مما كان الوضع عليه عام ١٣٩٨هـ ولكن مازالت تلك التركيزات في حاجة الى تخفيض عن طريق :

١ – الحد من أعداد السيارات وتخطيط المسارات لزيادة السرعة والاقلال من الملوثات الناتجة عنها.

٢ – اعادة النظر في وضع المحارق شرق الوادي واستخدام الأجهزة التقنية لتنقية عادم المحارق قبل انطلاقه من المداخن.



شكل رقم ٩ التأثيرات المصاحبة للتركيزات المختلفة للاتربة العالقة في وجود ثان اكسيد الكبريت

٣ - ٣ شاني اكسيد الكبريت :

يبين الجدول رقم (٨) والشكل رقم (١٠) تركيزات شاني اكسيد الكبريت التي وجدت في هواء وادي منى خلال فترة حج عام ١٤٠٢هـ. بفحص هذه التركيزات يتضح لنا عدة حقائق :

١ - تطابق التغير في تركيز غاز شاني اكسيد الكبريت مع التغير في تركيز الأتربة العالقة من حيث وجود أدنى مستوى للتركيزات خلال يوم عرفة (١٢/٩) وكذلك بعد رحيل الحجاج فيما بعد أيام التشريق (١٢/١٤).

٢ - تتواجد أعلى تركيزات لغاز شاني أكسيد الكبريت خلال أيام التشريق حيث وصل أعلى معدل له يوم ١٢/١١ خلال فترة النهار حيث كان تركيز غاز شاني اكسيد الكبريت ٢٤٠ ميكروجرام/م٣.

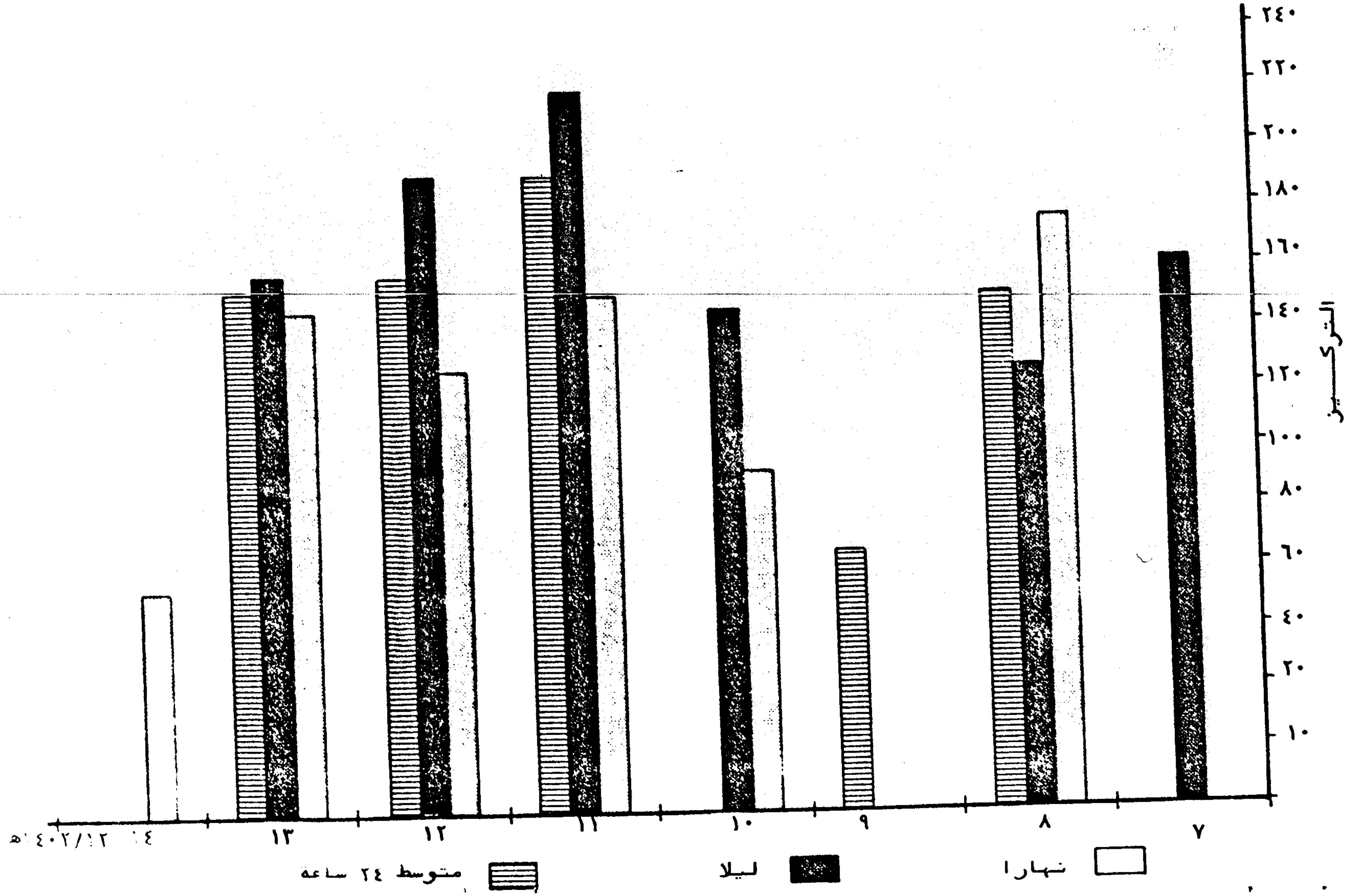
٣ - هذه التركيزات ليست أعلى من التركيزات المسموح بها خلال فترة ٢٤ ساعة أو التركيزات التي وجدت في المدن المعروفة بتلوث هوائها مثل لوس انجلوس والقاهرة ولندن، وان كانت تماثلها في كثير من الأحيان. كما أن التركيز الذي وجد في نهار يوم ١٢/١١ (٢٤٠ ميكروجرام/م٣) يقترب من الحد الأقصى المسموح به للحفاظ على الصحة (٢٥٠ ميكروجرام/م٣).

٤ - الخطورة في هذه التركيزات تكمن في سببين رئيسيين:

أ - التأثيرات المعروفة لغاز شاني اكسيد الكبريت على الجهاز التنفسي عند تواجد الأتربة العالقة التي تحمله الى الجزء الأسفل من الرئتين حيث ينشأ عنه أضرار صحية عند التركيزات المنخفضة لشاني اكسيد الكبريت اذا ما كانت مصحوبة بتركيزات عالية من الأتربة العالقة والتي وجدت بهواء الوادي أيام التشريق كما نوقشت في البند (٢٠٣).

ب - وتكمن الخطورة في أن تركيزات تلك الملوثات والتي وجدت في هواء الوادي يمكن أن تتزايد الى حد خطير تحت الظروف الجوية السائدة بالمنطقة مثل الرياح الشرقية والتي قد تحمل غاز شاني أكسيد الكبريت من المحارق، وهذا ما نبه اليه التقرير الأول عام ١٣٩٨هـ وأكده زيادة تركيز أكاسيد الكبريت خلال عام ١٤٠٢هـ عنهما في عام ١٣٩٩هـ (جدول رقم ٩) والموضحة في الشكل رقم (١١).

شكل ١٠ التغير في تركيز ثاني اكسيد الكبريت اثناء فترة حج ١٤٠٢(ميكروجرام/م٣)

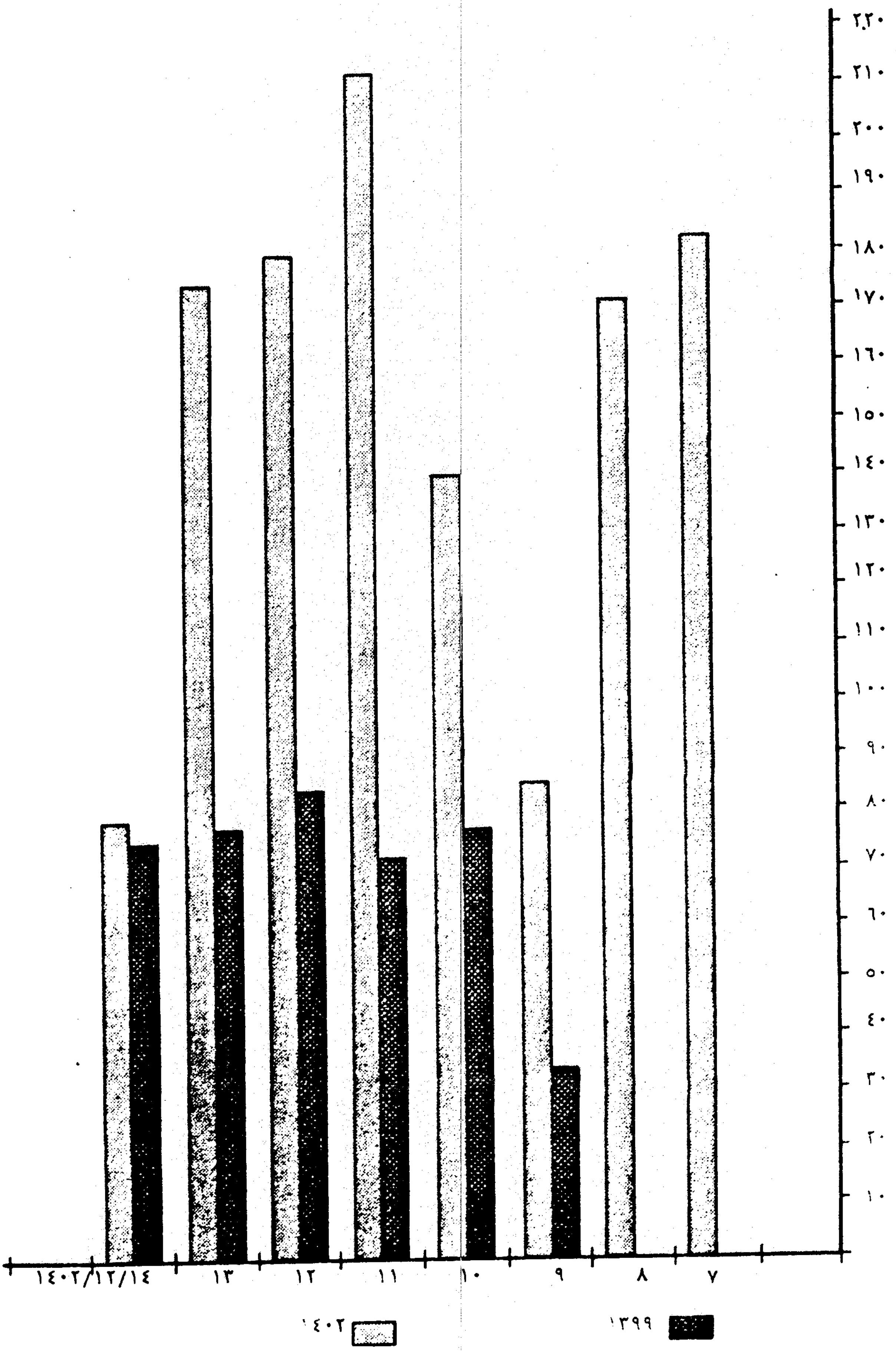


جدول رقم ٨

تركيزات غاز ثاني أكسيد الكبريت في هواء الوادي

التاريخ	الوقت	التركيز (ميكروجرام/م٣)	ملحوظات
١٢/٧	١٨٠٠ – ٨٠٠	١٨٢	ليلا
١٢/٨	٨٠٠ – ١٩٠٠	١٩٦	نهارا
١٢/٨	١٩٠٠ – ٧٠٠	١٤٦	ليلا
١٢/٨	٨٠٠ – ٧٠٠	١٧١	٢٤ ساعة
١٢/٩	٧٠٠ – ٧٠٠	٨٥	٢٤ ساعة
١٢/١٠	٧٠٠ – ٢٠٠٠	١١٣	نهارا
١٢/١٠	٢٠٠٠ – ٨٠٠	١٦٦	ليلا
١٢/١٠	٧٠٠ – ٨٠٠	١٤٠	٢٤ ساعة
١٢/١١	٨٠٠ – ٢٠٠٠	١٧١	نهارا
١٢/١١	٢٠٠٠ – ٨٠٠	٢٤٠	ليلا
١٢/١١	٨٠٠ – ٨٠٠	٢١١	٢٤ ساعة
١٢/١٢	٨٠٠ – ٢٤٠٠	١٤٦	نهارا
١٢/١٢	٢٤٠٠ – ٩٠٠	٢١١	ليلا
١٢/١٢	٨٠٠ – ٩٠٠	١٧٩	٢٤ ساعة
١٢/١٣	٩٠٠ – ٢١٠٠	١٦٧	نهارا
١٢/١٣	٢١٠٠ – ٨٠٠	١٨٠	ليلا
١٢/١٣	٩٠٠ – ٨٠٠	١٧٤	٢٤ ساعة
١٢/١٤	٨٠٠ – ١٤٠٠	٧٥	نهارا

شكل ١١ متوسط تركيزات ثاني اكسيد الكبريت خلال عامي ١٣٩٩ و ١٤٠٢ (ميكروجرام/م٣)



جـدول رقـم ٩

مقـارنـة بـيـن تـركـيـز ثـانـي اكـسـيـد الـكـبـريـت
مـتـوسـط ٢٤ سـاعـة خـلال عـامـي ١٣٩٩ و ١٤٠٢هـ

اليـــــوم	عام ١٣٩٩	عام ١٤٠٢
١٢/٦		
١٢/٧	—	١٨٢
١٢/٨	—	١٧١
١٢/٩	٣٤	٨٥
١٢/١٠	٧٧	١٤٠
١٢/١١	٧٢	٢١١
١٢/١٢	٨٤	١٧٩
١٢/١٣	٧٧	١٧٤
١٢/١٤	٧٩	٧٥

٣ - ٤ غاز الأمونيـــــا :

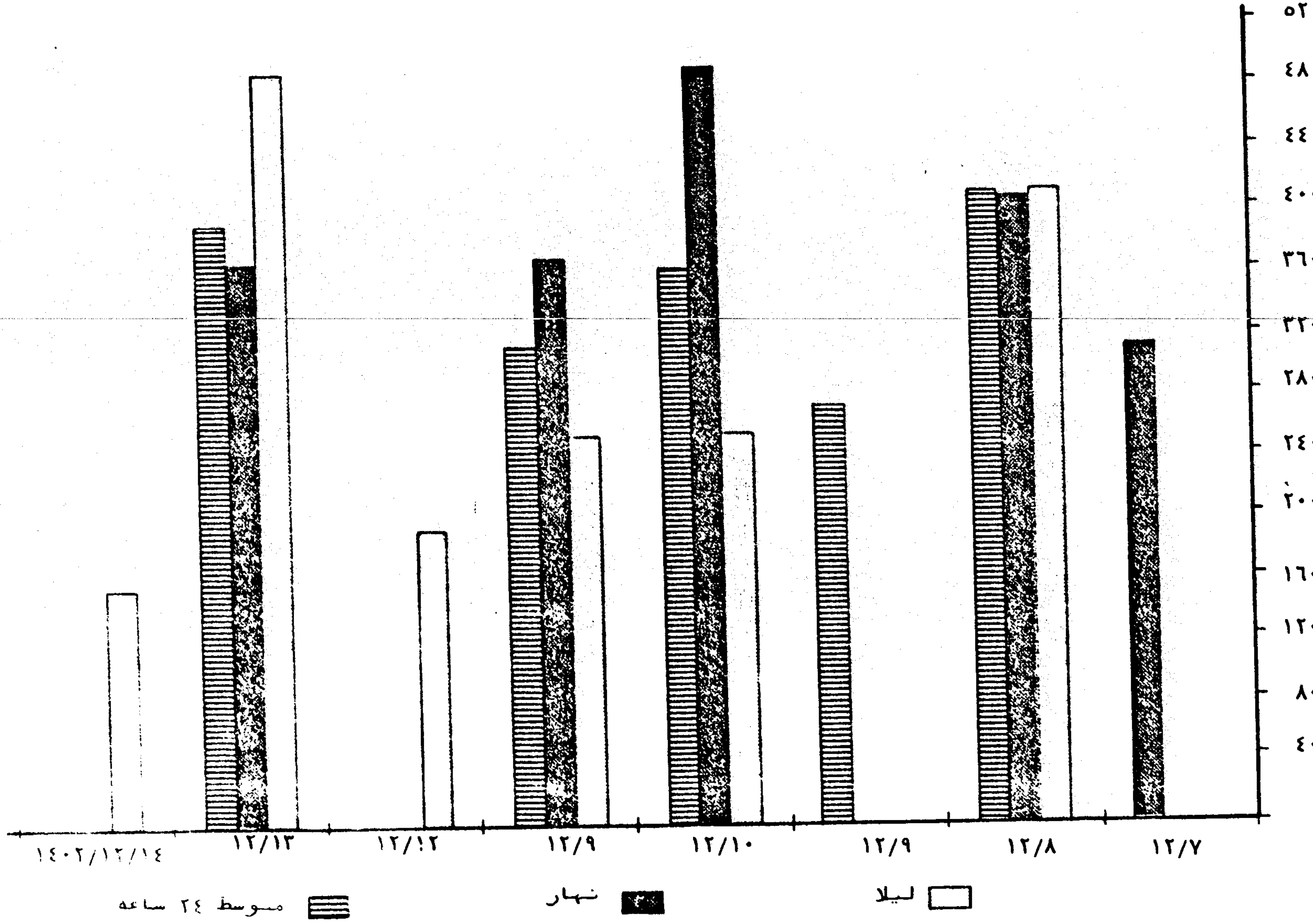
ينبعث غاز الأمونيا الى هواء الوادي من عدة مصادر أهمها تحلل المواد العضوية (نباتية وحيوانية) وعملية احتراق الوقود في المحارق وكذلـــــك السيارات. أما عن تركيزاته التي وجدت في المدن الملوثة فنادرا ما توجـد عند تركيزات أعلى من ٢. جزء في المليون. هذا الغاز يعتبر منشط للجسم عند تركيزاته المنخفضة ولكن عندما يزيد تركيزه في الهواء، فانه له أضـــرار التي تؤكدها البحوث العلمية، حيث يتحول هذا الغاز الى ايدروكسيد امونيــوم عندما يتلامس مع الرطوبة في القصبة الهوائية، وعلى سبيل المثال ينتـــج احتقان للقصبة الهوائية عند وصول غاز الأمونيا الى تركيـــــــز ٢٨٠-٤٩٠ ميكروجرام/م٣ . أما التركيزات العالية للأمونيا (١٧٠٠-٤٥٠٠ ميكروجرام/م٣) فانها قد تسبب عملية اختناق. لذلك فان الحد الأقصى المسموح به في الهـواء لغاز الأمونيا هو ٢٤٠ ميكروجرام/م٣. كما يتفاعل غاز الأمونيا في الهواء مع حامض الكبريتيك الذي ينتج عن أكسدة غاز ثاني أكسيد الكبريت لينتج كبريتات الأمونيوم والتى تؤثر على مدى الرؤية. ولقد وجد أن هواء وادي منى يحوي من المؤكسدات ما يعضد تواجد مثل هذا التفاعل (راجع بند ٣٠١).

يبين الجدول رقم (١٠) تركيزات غاز الأمونيا التى وجدت في هواء الوادي خلال فترة حج ١٤٠٢هـ والموضحة بالشكل رقم (١٢).

يتضح من هذا الجدول أن تركيز غاز الأمونيا قد وصل الى حدود أعلـى من المستوى المسموح به في الهواء خلال جميع أيام فترة الحج والتى تم بهـــا القياس ابتداء من يوم ١٢/٧ وحتى يوم ١٢/١٣. ومن الواضح أن تركيـــز غاز الأمونيا ينتج محليا داخل الوادي وذلك ما يؤكده انخفاض مستوى التركيز الـى ١٣٥ ميكروجرام/م٣ خلال فترة النهار يوم ١٢/١٤ بعد مغادرة الحجاج للوادي.

تراوحت تركيزات غاز الأمونيا خلال أيام الحج (ماعدا يوم ١٢/١٢) مابين ٣١١ الى ٤٨٩ ميكروجرام/م٣. هذه التركيزات تعني أن تركيز الغاز في الهواء لم يصل الى الحدود الخطيرة لحدوث حالات اختناق ولكنها تقع في الحـــدود المسببة لاحتقان الحلقوم (٢٨٠-٤٩٠ ميكروجرام/م٣). وهذا يؤكد أن تواجد هذه

شكل رقم ١٢ التغير في تركيز غاز الامونيا بالوادى – حج ١٤٠٢ (ميكروجرام/م^3)



جدول رقم ١٠

تركيزات غاز الأمونيا في هواء الوادي

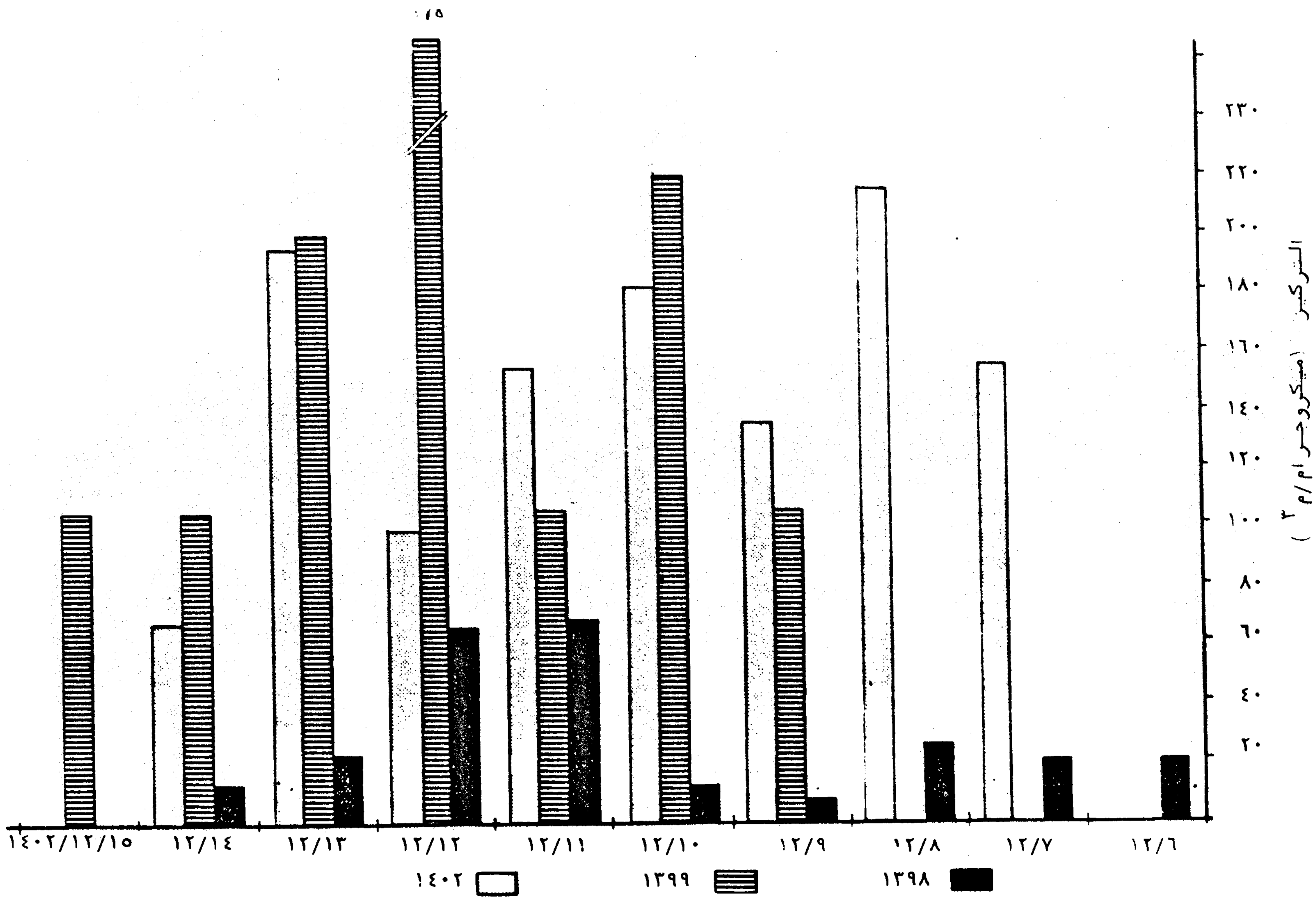
التاريخ	الوقت	التركيز (ميكروجرام/م٣)	ملحوظات
١٢/٧	١٨٠٠ — ٨٠٠	٣١١	ليلا
١٢/٨	٨٠٠ — ١٩٠٠	٤٣٤	نهارا
١٢/٨	١٩٠٠ — ٧٠٠	٤٢٧	ليلا
١٢/٨	٨٠٠ — ٧٠٠	٤٣٠	متوسط اليوم
١٢/٩	٧٠٠ — ٧٠٠	٢٧٣	متوسط اليوم
١٢/١٠	٧٠٠ — ٢٠٠٠	٢٥٦	نهارا
١٢/١٠	٢٠٠٠ — ٨٠٠	٤٧٠	ليلا
١٢/١٠	٧٠٠ — ٨٠٠	٣٦٣	متوسط اليوم
١٢/١١	٨٠٠ — ٢٠٠٠	٢٥٣	نهارا
١٢/١١	٢٠٠٠ — ٨٠٠	٣٦٧	ليلا
١٢/١١	٨٠٠ — ٨٠٠	٣١٠	متوسط اليوم
١٢/١٢	٨٠٠ — ٢٤٠٠	١٩٢	نهارا
١٢/١٢	٢٤٠٠ — ٩٠٠	—	ليلا
١٢/١٢	٨٠٠ — ٩٠٠		متوسط اليوم
١٢/١٣	٩٠٠ — ٢١٠٠	٤٨٩	نهارا
١٢/١٣	٢١٠٠ — ٨٠٠	٣٣٦	ليلا
١٢/١٣	٩٠٠ — ٨٠٠	٤١٢	متوسط اليوم
١٢/١٤	٨٠٠ — ١٤٠٠	١٣٥	نهارا

جدول رقم ١١

مقارنة تركيز غاز الأمونيا خلال فترات الدراسة المختلفة
(ميكروجرام/م٣)

اليــــوم	عام ١٣٩٨	عام ١٣٩٩	عام ١٤٠٢
١٢/٦	٤٠		
١٢/٧	٤٠	—	٣١١
١٢/٨	٥٠	—	٤٣٠
١٢/٩	١٥	٢١٠	٢٧٣
١٢/١٠	٢٥	٤٤٠	٣٦٣
١٢/١١	١٣٧	٢١٠	٣١٠
١٢/١٢	١٣٠	٦٧٥	١٩٧
١٢/١٣	٤٦	٤٢٠	٤١٢
١٢/١٤	٢٥	٢١٠	١٣٥
١٢/١٥		٢١٠	—

شكل ١٣ مقارنة بين تركيزات غاز الامونيا خلال حج عام ١٣٩٨، ١٣٩٩، ١٤٠٢هـ (ميكروجرام/م٣)



التركيزات من الأمونيا بهواء الوادي هي أحد الأسباب الرئيسية التى أدت الى احتقان القصبة الهوائية التي عانى منها الكثير من الحجيج والتى حدثت لنا جميعا وكان السبب في ذلك الوقت غامضا. وأعتقد أن هذه الدراسة تقدم تشخيصا للأسباب التي أدت لهذه الأعراض المحيرة والتى ظهرت على الحجيج خلال فترة الحج.

٣ - ٥ أول أكسيد الكربون :

ينبعث غاز أول اكسيد الكربون الى هواء وادي منى من مصدر رئيسي هو السيارات بالاضافة الى القليل الناتج عن مصادر الاحتراق الأخرى مثل المواقد الغازية والتدخين. فاذا علمنا أن حرق النفايات تتم في محارق وليس في الخلاء فان الكميات المنبعثة بالتالى من هذه العملية هى كميات ضيئلة جدا. كما أن المواقد الغازية ينبعث منها هذا الغاز بكميات محدودة تؤثر أساسا على الحيز الذي تعمل فيه. وبحساب كمية أول أكسيد الكربون المنبعثة لهواء الوادي يتضح أن أكثر من ٩٧٪ من هذا الغاز ينبعث الى هواء الوادي من عادم السيارات العاملة بالوادي أثناء فترة الحج. وهذا ليس بمستغرب حيث يشكل هذا المصدر أكثر من ٨٠٪ من كمية أول اكسيد الكربون بالمدن والتى تتعدد فيها المصادر.

وتزداد حدة المشكلة نتيجة لانبعاث هذا الغاز السام من السيارات على ارتفاع قرب مستوى الشارع حيث ينتشر رأسيا وافقيا مؤثرا على المارة والمقيمين بالخيام بتركيزاته العالية. وذلك على العكس من الملوثات المنبعثة من مداخن المحارق والتى تنتشر من مستوى مرتفع عن سطح الأرض خارج الوادي حيث تخفف في الهواء نسبيا قبل انتقالها الى المعرضين للغازات المنبعثة من مداخنها.

يمص غاز أول اكسيد الكربون في الرئتين حيث يتحد مع هيموجلوبين الدم بمعدل يزيد عن ٢٤٠ مرة مقارنه بسرعة اتحاد الاكسجين بالهيموجلوبين. ينشأ عن هذا الاتحاد تكوين مركب كربوكسى الهموجلوبين وبالتالى يعطل نقل الاكسجين الى انسجه الجسم. ولكن تجدر الاشارة الى أنه رغم التأثير السام لغاز أول أكسيد الكربون فهو ليس من نوع السميات التى تتراكم في الجسم. ولكن يمتصها الدم ويتخلص منها طبقا لعدة عوامل أهمها تركيز أول أكسيد الكربون في الهواء المستنشق ومدة التعرض لها والنسبة المئويه للكربوكسي هيموجلوبين بالدم وكذلك كفاءة الرئتين.

يؤثر تواجد الكربوكسى هيموجلوبين على الجهاز العصبي والدورة الدمويه بدرجات متفاوتة طبقا لتركيزه وعمر المعرضين وحالتهم الصحيه. كما يؤثر التعرض لهذا الغاز على وضوح الرؤية والتركيز الذهنى والقدرة على

التفكير وسرعة الاستجابة للمؤثرات الخارجية . ولذلك وجد أن هناك ارتباطا وثيقا بين أعداد حوادث السيارات في المدن وتركيز أول اكسيد الكربون في الشوارع. هذا بالاضافة الى تأثيره على القلب والدورة الدموية مما قد ينتج عنه الكثير من الأضرار الصحية والأزمات القلبية وأول الذين يتوقع حدوث أزمات قلبية لهم هم أولئك المصابين ببعض هذه الأمراض قبل التعرض لتركيزات أول اكسيد الكربون التي وجدت في الدراسة الحالية (جدول رقم ١٢). أما عن الأعراض الأولية الناشئة عن مثل هذه التركيزات فهي الصداع والزغللة والشعور بالارهاق وعدم القدرة على التركيز.

يوضح الجدول رقم (١٢) والشكل رقم (١٤) متوسط تركيزات أول أكسيد الكربون التي وجدت فوق سطح مبنى البلدية على ارتفاع حوالى ٨ متر من سطح الأرض وعلى مسافة ١٥ متر من أقرب طريق رئيس لمرور السيارات. ورغم هذا فان الجدول رقم (١٢) يبين أن تركيز غاز أول اكسيدالكربون قد وصل الى أكثر من الحد الأقصى المسموح به في الهواء وهو ٣٠ جزء في المليون كمتوسط لمدة ساعة . وقد تم اختيار هذا الحد الأقصى للتعرض لأنه مستوى التركيز والذي يصل بالدم عند التعرض لمدة ساعة الى تكوين حوالى ٤٪ كربوكسى هيموجلوبين وهو مستوى الاتزان لهذا التركيز من الغاز وبالتالى بدء حدوث أعراض التأثير على الجهاز العصبي والدورة الدموية . وقد وصل تركيز أول اكسيد الكربون فوق سطح مبنى البلدية (محطة أمانة العاصمة) خلال فترة الصباح الباكر يوم ١٤٠٢/١٢/١٠هـ مابين الرابعة والخامسة صباحا الى ٣٢ جزء في المليون ولم ينخفض كثيرا عن ذلك مابين الساعة الخامسة والسادسة صباحا، بل يمكن القول بأن تركيز أول اكسيد الكربون والذي لا يجب أن يوجد كمتوسط لمدة ساعة قد سجلته الأجهزة كمتوسط لمدة ساعتين من الساعة الرابعة الى السادسة صباحا يوم ١٢/١٠ . ولحسن الحظ فان مثل هذا التركيز قد وجد في الصباح الباكر قبل أن تصل درجات الحرارة الى الحد الذي ينشأ عنه اجهاد للدورة الدموية (راجع تأثير المناخ - بند ١-٦) مما، لاسمح الله، يزيد المشكلة تعقيدا. كذلك فان الحد الأقصى المسموح به لمدة ٨ ساعات هو ٩ جزء في المليون من أول أكسيد الكربون. لذلك تم حساب متوسط تركيزات أول اكسيد الكربون التى سجلت خلال فترات كل منها ٨ ساعات (٣ فترات لليوم الواحد). ويوضح جدول رقم (١٣) أن تركيز هذا الغاز في هواء وادي منى وعلى ارتفاع ٨ متر قد وصل الى أكثر من الحد الأقصى خلال الفترة من منتصف ليلة العاشر الى الثامنة صباحا من

جـــدول رقم ١٢

تركيز أول اكسيد الكربون في هواء وادي منى (٧-١٤/١٢)

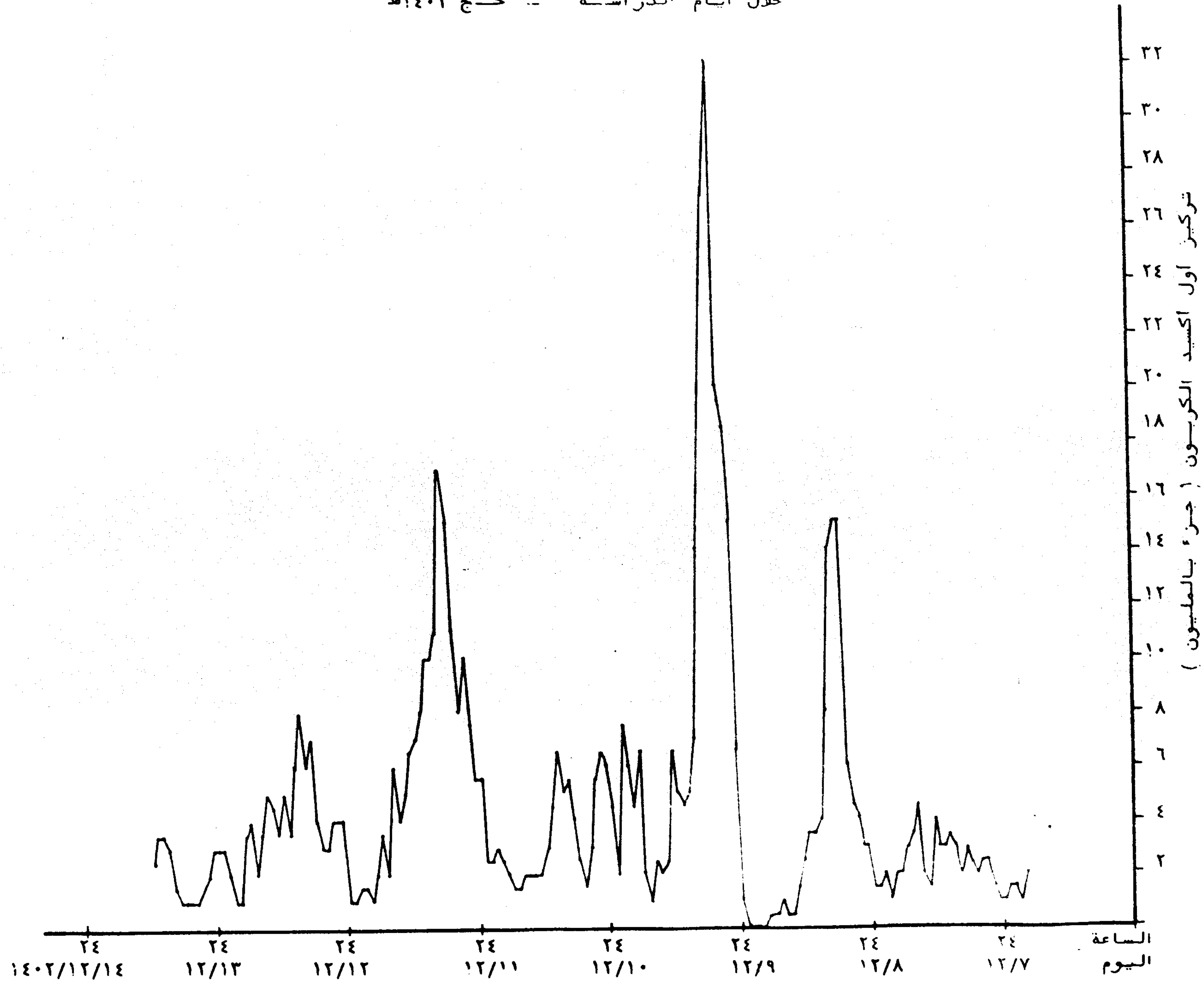
الساعة / التاريخ	١٢/٧	١٢/٨	١٢/٩	١٢/١٠	١٢/١١	١٢/١٢	١٢/١٣	١٢/١٤	متوسط ٨ - ١٣
٢٤ - ١	—	١٫٠	٣٫٠	٦٫٥	٦٫٠	٥٫٥	٢٫٠	٣٫٠	٤
١ - ٢	—	١٫٥	٣٫٠	١٥٫٠	٦٫٥	٧٫٥	٢٫٠	٢٫٠	٦
٢ - ٣	—	٢٫٥	٤٫٠	١٨٫٥	٥٫٥	١٠٫٠	٢٫٠	١٫٥	٧
٣ - ٤	—	٢٫٥	٤٫٥	٢٠٫٠	٣٫٠	٨٫٠	٣٫٠	١٫٠	٧
٤ - ٥	—	٢٫٠	٦٫٠	٣٢٫٠	١٫٥	١١٫٠	٣٫٠	١٫٠	٩
٥ - ٦	—	٢٫٥	١٥٫٠	٢٧٫٠	٢٫٥	١٥٫٠	٤٫٠	١٫٠	١١
٦ - ٧	—	٣٫٠	١٥٫٠	١٨٫٠	٤٫٠	١٧٫٠	٧٫٠	١٫٠	١١
٧ - ٨	—	٢٫٠	١٤٫٠	١٤٫٠	٥٫٥	١١٫٠	٦٫٠	١٫٥	٩
- ٩	—	٣٫٠	٨٫٠	٧٫٠	٥٫٠	١٠٫٠	٨٫٠	٣٫٠	٧
٩ - ١٠	—	٣٫٥	٤٫٠	٥٫٠	٦٫٥	١٠٫٠	٦٫٠	٣٫٥	٦
١٠ - ١١	—	٣٫٠	٣٫٥	٤٫٥	٤٫٥	٨٫٠	٣٫٥	٣٫٥	٥
١١ - ١٢	—	٣٫٠	٣٫٥	٥٫٠	٣٫٠	٧٫٠	٥٫٠	٢٫٥	٤
١٢ - ١٣	—	٤٫٠	٢٫٥	٦٫٥	٢٫٠	٦٫٥	٣٫٥	—	٤
١٣ - ١٤	—	١٫٥	١٫٥	٢٫٥	٢٫٠	٥٫٠	٤٫٥	—	٣
١٤ - ١٥	—	٢٫٠	٠٫٥	٢٫٠	٢٫٠	٤٫٠	٥٫٠	—	٣
١٥ - ١٦	—	٤٫٥	٠٫٥	١٫٥	٢٫٠	٦٫٠	٣٫٥	—	٣
١٦ - ١٧	—	٣٫٥	١٫٠	١٫٠	١٫٥	٢٫٠	٢٫٠	—	٢
١٧ - ١٨	—	٣٫٠	٠٫٥	٢٫٠	١٫٥	٣٫٥	٤٫٠	—	٢
١٨ ١٩	—	٢٫٠	٠٫٥	٦٫٥	٢٫٠	٢٫٠	٣٫٥	—	٣
١٩ - ٢٠	٢٫٠	٢٫٠	صفر	٤٫٥	٢٫٥	١٫٠	١٫٠	—	٢
٢٠ - ٢١	١٫٠	١٫٠	صفر	٦٫٠	٣٫٠	١٫٥	١٫٠	—	٢
٢١ - ٢٢	١٫٥	٢٫٠	صفر	٧٫٥	٢٫٥	١٫٥	٢٫٠	—	٣
٢٢ - ٢٣	١٫٥	١٫٥	صفر	٢٫٠	٢٫٥	١٫٠	٣٫٠	—	٢
٢٣ - ٢٤	١٫٠	١٫٥	١٫٠	٤٫٥	٥٫٥	١٫٠	٣٫٠	—	٢
متوسط ٢٤ ساعة		٢٫٥	٣٫٨	**٩٫٠	٣٫٤	٦٫٥	٣٫٦	*٢٫٠	-

* متوسط الـ ١٢ ساعة الأولى من اليوم فقط

** أكـ [illegible] الحد ا دنى المسموح به للأصحاء في الظروف العادية لمدة ٨ ساعات فقط.

شكل ١٤ التغير في تركيز أول اكسيد الكربون (جزء بالمليون)

خلال أيام الدراسة - حج ١٤٠٢هـ



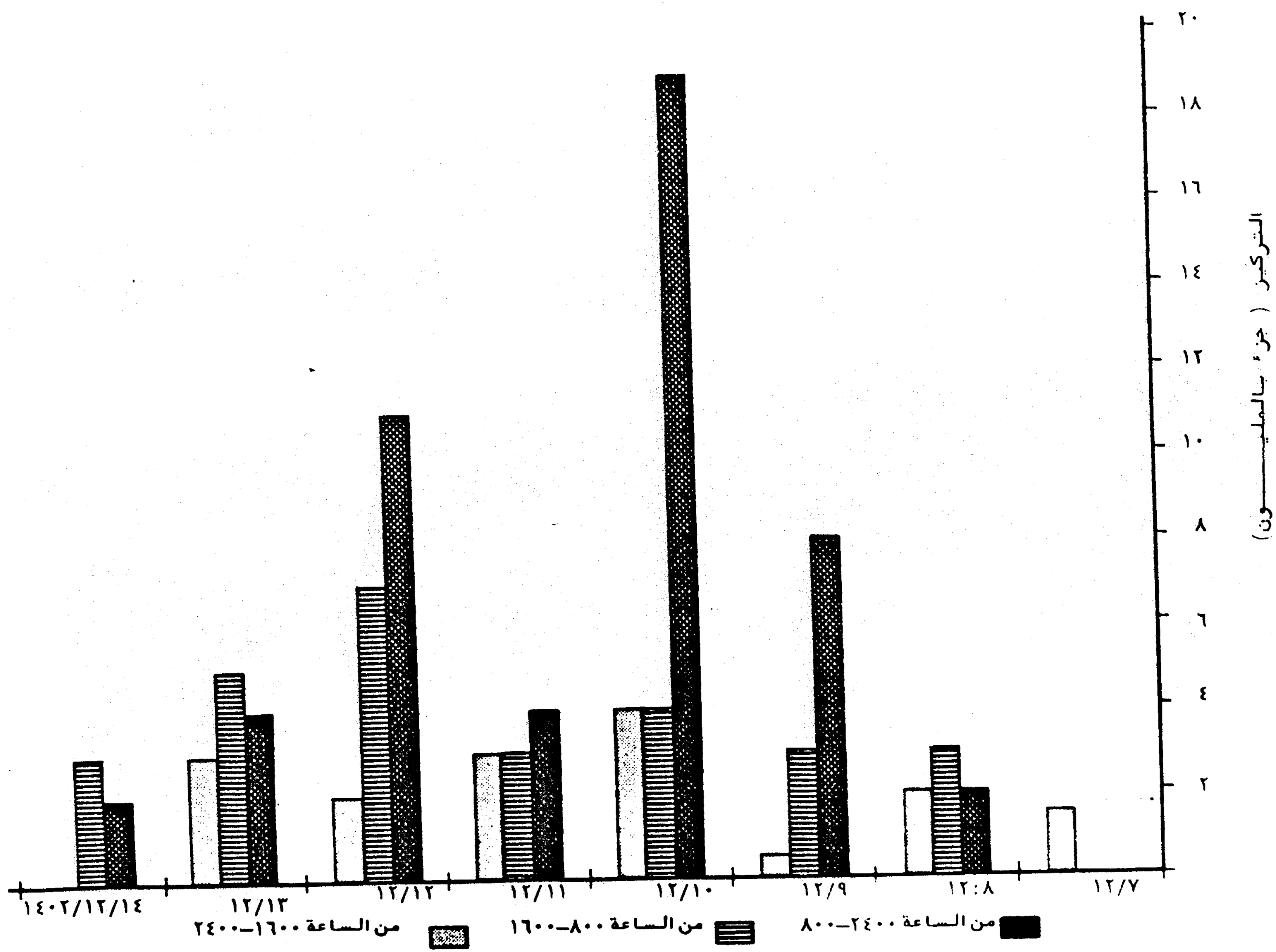
جـدول رقم ١٣

متوسط تركيز أول اكسيد الكربون على فترات كل منها ٨ ساعات
(جزء في المليون)

اليـــوم	٢٤ - ٨	٨ - ١٦	١٦ - ٢٤	متوسـط ٢٤ ســاعة
١٢/٧	-	-	١٫٥	
١٢/٨	٢	٣	٢	
١٢/٩	٨ *	٣	٠٫٥	
١٢/١٠	١٩ ***	٤	٤	
١٢/١١	٤	٣	٣	
١٢/١٢	١١ **	٧ *	٣	
١٢/١٣	٤	٥	٣	
١٢/١٤	٢	٣	-	
متوســـط		٠	٢	

* تقترب من الحد الأقصى المسموح به
** تزيد عن الحد الأقصى المسموح به
*** ضعف الحد الأقصى للحفاظ على الصحة

شكل رقم ١٥ تركيز أول اكسيد الكربون كمتوسط ٨ ساعات خلال ايام الدراسة - حج١٤٠٢(جزء بالمليون)



الساعة (٢٤ – ٨) وكذلك يوم ١٢/١٢ خلال نفس الفترة . كما اقترب من هذا التركيز (٩ جزء في المليون كمتوسط لمدة ٨ ساعات في الفترة من منتصف ليلة ١٢/٩ الى صباح يوم عرفات. كذلك وصل الى تركيزات تقارب من ذلك (٧ جزء في المليون) في الفترة من الساعة ٨ صباحا الى الساعة ١٦ يوم ١٢/١٢. وتكمن الخطورة في أن التركيز الأخير سجل أثناء فترة النهار شاملة فترة الظهيرة حيث تزداد ضربات الحرارة والضغط على القلب والدورة الدموية مما يجعل هذا التركيز يدخل ضمن نطاق الخطورة وخصوصا بالنسبة للأطفال والشيوخ ومرضى القلب. وهنا تجدر الاشارة الى أن تركيز الـ ٩ جزء في المليون والذي لا يجب الوصول اليه كمتوسط لمدة ٨ ساعات قد سجلته الأجهزة كمتوسط لمدة ٢٤ ساعة يوم ١٤٠٢/١٢/١٠هـ وهذا التركيز في حد ذاته هو انذار قوي للعمل على الحد من انبعاث ذلك الغاز السام من مصدره الأساسي بل يمكن القول أنه المصدر الوحيد لغاز أول أكسيد الكربون في الوادي وهو عوادم السيارات. ففي المرات القليلة التى تم قياس تركيز هذا الغاز على ارتفاع ١.٥ متر عن مستوى الشارع ولمدد محدودة خلال فترة الزحام في الصباح الباكر ليوم ١٢/١٠ وكذلك يوم ١٢/١٢ وجدت تركيزات على حافة الشارع تزيد عن ٧٠ جزء في المليون، مما ينتج عنه أسوأ العواقب.

يوضح الشكل رقم (١٤) وكذلك الجدول رقم (٤) مدى الارتباط القوي بين التغير في تركيز أول اكسيد الكربون وفترات النشاط لحركة السيارات بالوادي. ذلك حيث وجدت أعلى تركيزات على متوسط ساعة واحدة أو متوسط ٣ ساعات (كفترة متكاملة للنشاط) خلال حركة الذهاب الى عرفات والعودة وكذلك الذهاب الى والعودة من المسجد الحرام ومغادرة الحجاج لمنى يوم ١٢/١٢ من الصباح الباكر وحتى فترة الظهيرة . أما الارتفاع الحاد في التركيزات التى سجلت عند العودة من عرفات (من الساعة الثامنة وحتى السادسة صباح يوم ١٢/١٠) مقارنة بالتركيزات التى سجلت خلال صباح يوم ١٢/٩ (من الساعة ٥ الى الساعة ٩ صباحا) عند الذهاب الى عرفة فيمكن ارجاعها لسببين رئيسين :

١ – أن الكثير من الحجاج يبيتون بعرفات مما يعنى أن الأعداد العائده الى منى من عرفة أكثر من الذاهبة الى عرفات يوم ١٢/٩.

٢ – الاستقرار الجوي نتيجة الانعكاس الحراري خلال فترة الليل وحتى الصباح الباكر حيث كانت عودة الحجاج من عرفة ابتداء من منتصف الليل الى ماقبل شروق الشمس أو بعدها مباشرة . ولا يمكن مقارنة هذا التركيز بالقياسات التى تمت خلال عام ١٣٩٩هـ حيث لم تتم قياسات خلال تلك الفترات التى تتزايد فيها كثافة السيارات وحركتها خلال فترة حج ١٣٩٩هـ.

جـــدول رقم ١٤

تركيزات أول أكسيد الكربون (متوسط ٣ ساعات)، جزء في المليون

	٢٤ – ٣	٣ – ٦	٦ – ٩	٩ – ١٢	١٢ – ١٥	١٥ – ١٨	١٨ – ٢١	٢١ – ٢٤	أعلى تركيز لمدة ساعة	أعلى تركيز لمدة ١٠ دقائق
٧ – ١٢							٥.٥	٤.٥		٨
٨ – ١٢	٣.٥	٤.٥	٧.٥	٧.٠	٧.٥	٣.٥	٢.٠	١.٥	٤.٥ (١٥ – ١٦)	١١
٩ – ١٢	٣.٠	٨.٥	١٢.٠	٣.٥	١.٥	٠.٥	صفر	٠.٥	١٥ (٥ – ٧)	١٨
١٠–١٢	١٣.٥	٢٦.٠	١٣.٠	٥.٠	٣.٥	١.٥	٦.٠	٥.٠	٣٢ (٤ – ٥)	٣٩
١١–١٢	٦.٠	٢.٥	٥.٠	٤.٥	٢.٠	١.٥	٢.٥	٣.٥	٦ (٢٤ – ١)	٩
١٢–١٢	٧.٥	١١.٠	١٣.٥	٨.٠	٥.٠	٤.٠	١.٥	١.٠	١٧ (٦ – ٩)	٢٣
١٣–١٢	٢.٠	٣.٥	٧.٠	٤.٠	٤.٥	٣.٠	١.٥	٣.٠	٨ (٨ – ٩)	١٢
١٤–١٢	٢.٥	١.٠	١.٠	٣.٠	–	–	–	–	٣.٥ (٩ – ١٠)	٥

من المناقشة السابقة يمكن وضع عدة استنتاجات أهمها :

١ – ان حركة السيارات في الوادي هي السبب الأول لتلوث هواء الوادي بغاز أول أكسيد الكربون.

٢ – يلعب دخول السيارات وخروجها من الوادي خلال فترات محدودة من أيام ٩، ١٠، ١١، ١٢ و ١٣/١٢ دورا رئيسيا في تلويث هواء الوادي خلال تلك الفترات. ويزيد من تعقيد المشكلة أن بعض هذه الأوقات يكون قبل الفجر، حيث يصل الجو الى أشد حالات السكون الجوي (Stable Condition) نتيجة Early morning inversion الانقلاب الحراري خلال الصباح الباكر.

٣ – ينتج عن أعداد السيارات الحالية بمساراتها الموجودة بالوادي تركيزات عالية من أول اكسيد الكربون مما قد ينشأ عنه أضرار صحية بالغة لمرضى القلب وبعض الأضرار المتوقعة للجهاز العصبي للآخرين وكذلك زيادة عدد حوادث التصادم.

٤ – يجب الحد من انبعاث هذا الغاز بالوادي خلال أيام الحج وخصوصا فترات النفرة وذلك بالحد الى أدنى مستوى من أعداد السيارات واعادة تخطيط مساراتها للاقلال من كمية الانبعاث من السيارة الواحدة (راجع الباب الرابع).

٥ – التنسيق مع المطوفين لمواعيد دخول سياراتهم الوادي والخروج منه مما سيخفف الضغط على المرور ويقلل من انبعاث الغازات السامة الى الهواء.

٣ - ٦ الاتربة المتساقطة :

تم جمع الاتربة الساقطة فوق محطة القياس (سطح مبنى امانة العاصمة) خلال فترتين : -

- الفترة الاولى: من يوم ٨ الى يوم ١٢/١٣ وذلك لقياس كمية الاتربة المتساقطة نتيجة نشاطات الحج بالوادي.

- الفترة الثانية: من يوم ١٢/٢٠ الى ١٤٠٣/١/٥هـ وذلك لقياس مستوى الاتربة المتساقطة فوق سطح المنطقة بعد خلوها تماما من نشاطات الحج.

هذه الاتربة المتساقطة تعتبر مؤشرا لكمية التلوث بالرماد والاتربة المتطايرة بالوادي والزيادة التى طرأت عليه نتيجة اعمال الحج المختلفة والنشاطات المصاحبة لذلك.

يبين الجدول رقم (١٥) معدل تساقط الاتربة خلال فترتى القياس وكذلك التركيب الكيميائي لهذه الاتربة .

يختلف الحد الاقصى المسموح به في الدول المختلفة للمناطق الملوثة تلافيا من المضايقات الناشئة عن الاتربة المتساقطة من ٢٠٠ ملجرام/م٢/يوم الى ٣٦٠ ملليجرام/م٢/يوم .

جدول رقم (١٥)

معدل ترسيب الأتربة فوق وادي منى*

فترة القياس	الكمية الكلية	المواد الذائبة	الكبريتات	المواد العضوية	المواد الكربونية	الرماد
٨-١٢/١٢	٢٩٤	٦٤٫٧ (٢٢٪)	١٫٧٦ (٠٫٦٪)	٢٫٦٤ (٠٫٩٪)	٥٠ (١٧٪)	١٧٩٫٣ (٦١٪)
١٢/٢٠-١/١٥	٨٦٠٫٨	٩٫٧٢ (١١٫٢٪)	٠٫١٧ (٠٫٢٪)	٠٫١٧ (٠٫٢٪)	٩٫٤ (١٠٫٨٪)	٦٧٫٧ (٧٨٪)

* بين قوسين النسبة المئوية من الأتربة المتساقطة الكلية .

يتضح من الجدول رقم (١٥) ان الزيادة في كمية الاتربة المتساقطة الناشئة من مصادر التلوث بالوادي خلال فترة الحج هى اكثر من ٢٠٠ ميللجرام/م^{2}/يوم حيث يصل معدل ترسيب الاتربة الى ٩٤ م ميللجرام/م^{2}/يوم في الفترة من ٨ - ١٢/١٣ مقارنا بتواجد ٨٦٠٨ ميللجرام/م^{2}/يوم وهو معدل الترسيب الطبيعي تبدأ من فترة الحج وهي في حدود الحد الاقص المسموح به للحد من المضايقات الناشئة عن الاتربة المتساقطة وهذه الاتربة تعتبر من عوامل المضايقات والاتساخ كما تجدر الاشارة الى ان حبات الاتربة المتساقطة هى عادة ماتكون غير قابلة للاستنشاق وليست ذات ضرر على الجهاز التنفسي ولكنها بجانب ماتسببه من مضايقات فانها قد تلتصق بالجلد وخصوصا مع ارتفاع درجة الحرارة والعرق، وبالتالي فكلما زادت نسبة المواد الذاتية كلما كانت اكثر فعالية في احداث بعض الاضرار الجلدية . ولذلك، لذلك تم تحديد نسبة الاتربة الذاتية والتى وجد انه ٦٤٠٧ ميللجرام/م^{2}/يوم خلال فترة الحج بنسبة ٢٢٪ من مجموع الاتربة المتساقطة مقارنة بتواجد نسبة اقل من ١٠٪ في الاتربة التي تتساقط فوق الوادي في الايام العادية . ويؤكدا هذا دور مصادر التلوث في انبعاث هذه الكميات الذائبة من املاح سواء من المحارق او السيارات او النشاطات الاخرى بجانب التفاعل الجوي الذي يؤدي الى تكوين الاملاح الذاتية مثل كبريتات الامونيوم . ذلك حيث يتأكد شان اكسيد الكبريت الى حامض الكبريتيك نتيجة تواجد الهواء المؤكسد بالوادي (راجع بند ١٠٣) والذي يتفاعل مع التركيزات العالية من الامونيا والتى وجدت بهواء الوادي، يؤكد ذلك ارتفاع معدل ترسيب الكبريتات في الاتربة المتساقطة اثناء فترة الحج الى اكثر من عشرة امثال معدل تساقطها فوق الوادي في الايام العادية بعيدا عن فترة الحج. وهذا يعتبر مؤشرا لبعض الاضرار الجلدية التى قد تنشأ عن هذه الاتربة وليست فقط كونها من عوامل المضايقات والاتساخ مما يحدود الى الأخذ بالأسباب التى تؤدي الى الخفض من معدلات ترسيبها فوق الوادي خلال فترة الحج عن طريق الحد من انبعاث تلك الاتربة من مصادرها التى ذكرت آنفا.

الباب الرابع

مصادر التلوث بالوادي

وانتشار الملوثات

٤ – ١ مصادر تلوث الهواء بالوادي

يمكن اجمال مصادر تلوث الهواء بالوادي في الآتى :

١ – مصادر أحتراق الوقود

أ – المصادر المتحركة

ب – المصادر الثابتة لانتاج الطاقة الحرارية والكهربية وحرق الفضلات.

٢ – تعفن وتحلل المواد العضوية والنفايات المختلفة .

٣ – بعض العادات السيئة مثل التدخين.

المصادر المتحركة (السيارات) :

ان السيارة هي من أعظم الاختراعات الحديثة التى لا يمكن أن ننكر فوائدها العديدة في سهولة وسرعة الانتقال لانجاز الأعمال. ولكن لابد لنا من الاعتراف بأن لكل شيئ نافع بعض الأضرار وعلى الانسان العاقل أن يكبح جماح تلك الأضرار أو على الأقل يحاول جهده الاستفادة من المميزات مع الحد من الأضرار الى أقل حد ممكن. تنشأ وتتزايد حدة المشاكل الناجمة عن استعمال السيارات من أن كل انسان يريد أن يريح نفسه وأن يجد الوسيلة الخاصة به والتى تعطيه حرية الحركة الفردية دون التقيد بالمجموعة أو ما يعيق حركته . وان جاز هذا في الظروف العادية بالمدن غير المزدحمة فانه يزيد المشكلة حدة وتعقيدا عندما تكون المدن أو المكان مكتظا لا يسمح بالحركة دون حدوث أضرار بالغة . ولذلك فان التغلب على هذه المشاكل البيئية الناشئة عن استعمال السيارة هي مسئولية فردية بالدرجة الأولى، وبقدر ما هى مسئولية الجماعة والمسئولين. فالمشاكل البيئية الناجمة عن استعمال السيارة ليست فقط مشاكل تلوث، ولكن تتعداها الى تعويض سيولة المرور والحركة وبالتالى الاضطرار الى مدد كبيرة داخل السيارة بعد أن كانت وسيلة للوصول الى الهدف بسرعة أكبر. كما أن الحوادث تتزايد بزيادة عدد السيارات والزحام . وبالتالي عدم السيطرة على الأعصاب، كذلك فان تأثير غاز أول أكسيد الكربون على الجهاز العصبى والبصري يزيد من تعقيدات المشكلة والسيولة في الحركة ذاتها . ويبين الشكل رقم (١٦) العلاقة بين بعض هذه المشاكل والزيادة في أعداد السيارات التى يحملها الطريق. ومن هذا الشكل يتضح أن تركيز الملوثات يتزايد تزايدا طرديا مع الزيادة في عدد السيارات بينما تزيد اعاقة الحركة بشكل فجائي بعد حد معين بحيث تصبح الحركة شبه مستحيلة .

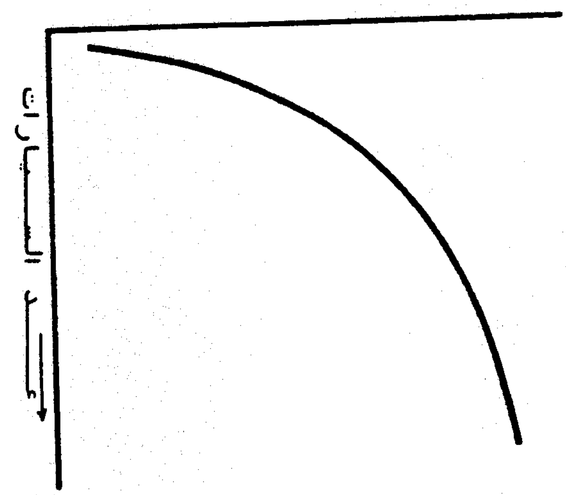
تعتبر السيارات هي المصدر الأساسي للتلوث بغازي أول اكسيد الكربون والهيدروكربونات. وتأتي خطورة غاز أول اكسيد الكربون من اتحاده المباشر مع الدم مما يعطل حركة الاكسجين للأنسجة وما تتبعه من حالات الصداع والاغماء. أما خطورة الهيدروكربونات ففي تفاعلاتها الجوية والتي نتج عنها المواد المؤكسدة والضباب الفوتوكيميائي بصفة عامة. وهذه التفاعلات ينتج عنها مواد ثانوية تتسبب في الكثير من الأمراض الصدرية. ويبين الجدول رقم (١٦) كمية الملوثات المنبعثة من السيارات من هذين الغازين عند حدود السرعات المختلفة وقد تم حساب هذه المعدلات من البيانات المتوافرة عن تعداد السيارات والمشاهدات الشخصية وكذا المناقشات التي تمت، وبالتالي تقييم الـ كم/سيارة خلال فترة حج عام ١٤٠٢هـ بحوالي ٢٥ × $١٠^{٥}$ كم/سيارة/يوم.

ومن الجدول رقم (٣) يمكن وضع الاستنتاجات والاقتراحات التالية :

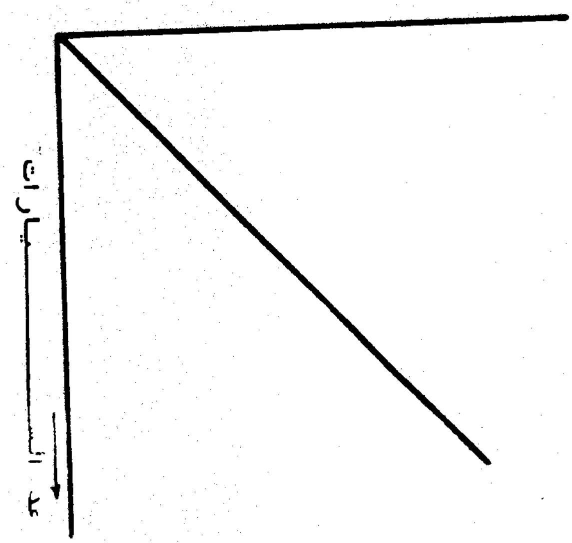
أ - ان اختناق المرور على الطرق الموجودة داخل الوادي (عدا الكباري العلوية) ذات أثر فعال في ازدياد كمية انبعاث الملوثات الخطيرة لهواء الوادي، حيث من المشاهد أن متوسط السرعة هو أقل من ١٥ كم/ساعة. مما ينتج عنه انبعاث حوالي ٢٣٨ طن متري/يوم من غاز أول اكسيد الكربون السام.

ب - ان اعادة تخطيط عملية السير داخل الوادي من خلال طرق واسعة وغير متقاطعة وفي اتجاه واحد مع تحديد السرعة بحوالي ٤٠ كم/ساعة على الأقل سينشأ عنه تخفيض لكمية الملوثات يقدر بحوالي ٥٠٪ من الكمية المنبعثة لهواء الوادي. وعلى سبيل المثال يمكن أن يؤخذ في الاعتبار عند اجراء دراسة متكاملة عن سيولة الحركة في الوادي بأن يخصص مسارات طولية، لا تتقاطع بقدر الامكان مع حركة المشاة أو السيارات، مع تخصيص أماكن فرعية على أبعاد من الطرفين لنزول وصعود الركاب ويمكن في هذه الحالة فقط وخلال فترة الحج استعمال وسائل النقل العامة (أتوبيس) تسير بانتظام على هذه الخطوط وعدم السماح لأي سيارة أخرى، أيا كانت، عدا سيارات الاسعاف والأمن بالمرور خلال أيام الحج. في هذه الحالة فان الحاج لن يسير على أقدامه أكثر من ٥٠٠ متر وهي ليست مسافة طويلة. كما يمكن تخصيص وسائل لا تستعمل احتراق الوقود في طرق مخصصة لنقل الحجاج والعجزة من شيوخ ومرضى خلال مسارات تتمدد ابتداء من مواقف الاتوبيسات. واذا أضفنا الى ذلك منع أي سيارة من مكة من الدخول من غير المصرح لها، كما لوحظ أن بعض

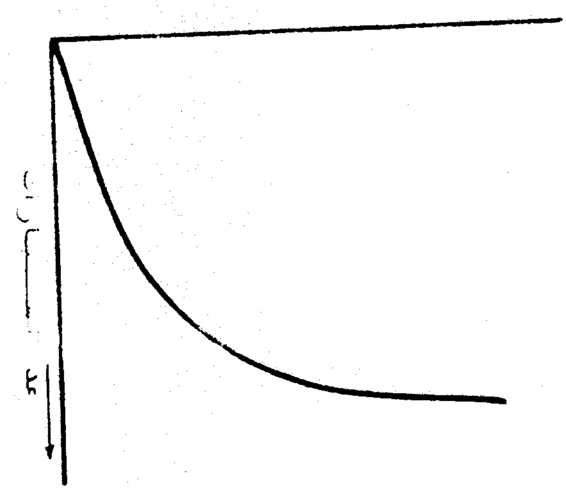
شدة الضوضاء



تركيز أول أكسيد الكربون



تعويق حركة المرور



شكل رقم ١٦ بعض المشاكل التي تنشأ عن السيارات

جـــدول رقم ١٦

متوسط الانبعاث التقريبي لليوم الواحد من السيارات بوادي منى

خلال أيام الحـــج طبقا لحدود السرعة المختلفة

السرعة (كم/ساعة)	هيدروكربونات (طن متري)	أول اكسيد الكربون (طن متري)
١٥	١٦٫٢٥	٢٣٨٫٢٥
٣٠	١٠٫٥	١٤٣٫٠٠
٤٠	٩٫٠٠	١٢٠٫٢٥
٧٠	٦٫٠٠	٧٠٫٧٥

جـــدول رقم ١٧

الملوثات الناشئة عن مولدات الكهرباء

جم/كجم وقود

الملـــــوث	الكمية (جم/كجم)
أول اكسيد كـــربون	٧
اكاســيد كبريـــت	٣٧
اكاســيد نيتروجين	٥٧
هيدروكربونــــات	٧
[illegible]	٧
مواد طبـــــــ	١٢

الحجاج الداخليين يضمونها قبل فترة الحظر ثم يستعملونها داخل الوادي بعد ذلك. وفي اعتقادي أنه لو تمت مثل هذه الدراسة لتنفيذ تلك الاقتراحات لنتج عنها تخفيض الاجمالى الى أكثر من ٥٠٪ من الـ كم/سيارة في فترة حج ١٤٠٢هـ.

ج - بافتراض تخفيض عدد السيارات والمسارات ما يوفر فقط ٥٠٪ من الـ كم/سيارة الحالي وزيادة السرعة الى الضعف، فان ذلك سينتج عنه تخفيض في انبعاث الملوثات من السيارات بنسبة تصل الى ٧٥٪ مما ينبعث الى هواء الوادي.

جدول رقم ١٨

المتوسط التقريبي لكمية الملوثات المنبعثة من المحارق (كجم/يوم)

(خلال أيام التشريق)

الملوث	محارق الزبالة	محارق الأضاحي *
أول أكسيد كربون	ضئيل	ضئيل
أكسيد كبريت	١٨٥٠	١٠٠٠
أكاسيد نيتروجين	١٨٥٠	١٠٠٠
ألدهيدات وكيتونات	٩٢٥	٥٠٠
هيدروكربونات	٩٢٥	٥٠٠
[illegible]	١٠٢٥٠	[illegible]

* [illegible] تجريبية فقط على أنها مثل الزبالة وذلك لعدم تواجد بيانات [illegible] عن تركيب الأضاحي.

المصادر الثابتـــة :

أ – المواقد الغازية وغيرها :

ينشأ عن هذه المصادر العديد من الملوثات وهي المواقد التي يستعملها الحجاج للطهي. هذه المواقد ليست فقط مصدرا للتلوث، بل أنها أيضا مصدرا لأضرار أخرى لا تقل أهمية ، وهي أنها من مسببات الحريق لا سمح الله. ومن المعروف أن هذه المواقد تنتج غازات عدة اهمها غاز أول أكسيد الكربون الذي قد يصل تركيزاته داخل المكان الى حدود ضارة بصحة المحيطين به . وباضافة تلك المواقد المنفصلة الى بعضها فقد تشكل مصدرا رئيسيا لغاز أو أكسيد الكربون بالوادي. ولعدم وجود احصائية متكاملة عنها فلا يمكن أن تحدد مدى دورها في تغيير مواصفات هواء الوادي.

ب – مولدات الكهرباء :

يستخدم بعض الأفراد وكذلك بعض الهيئات العامة العاملة بالوادي مولدات للكهرباء وهذه المولدات ينشأ عنها العديد من مظاهر التلوث مثل الضوضاء وملوثات الهواء. ملوثات الهواء الناشئة في مثل هذه الحالة هي أول أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت – وأكاسيد النتروجين والهيدروكربونات والدخان.

ويبين الجدول رقم ٤ الكميات الناشئه عن الكيلوجرام الواحد من الوقود المستعمل في مثل هذه الحالة.

ج – حرق المخلفات Incinaration

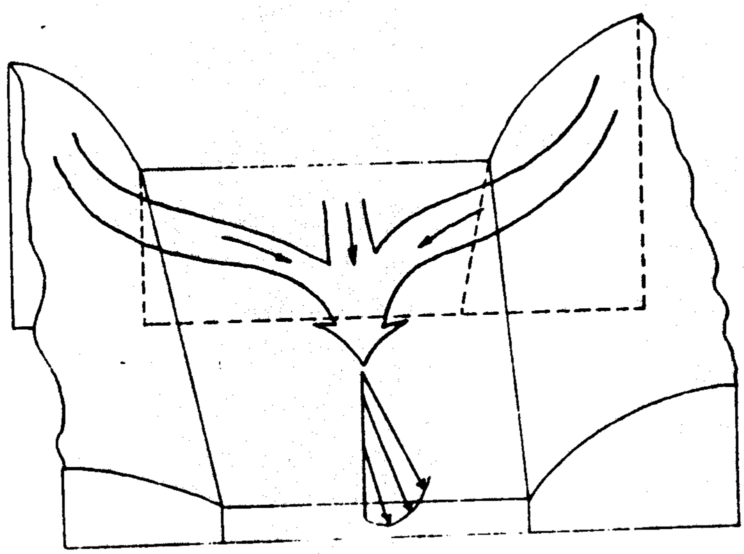
يعتبر حرق المخلفات الصلبة الأساسية لتلوث الهواء ويبين الجدول رقم ٥ الكمية الناشئة عن كل كجم من المخلفات المحترقة في حالتي التخلص منها عن طريق المحارق أو الحرق في الخلا

٤ - ٢ تأثير العوامل الجوية والطبوغرافية على انتشار الملوثات بالوادي

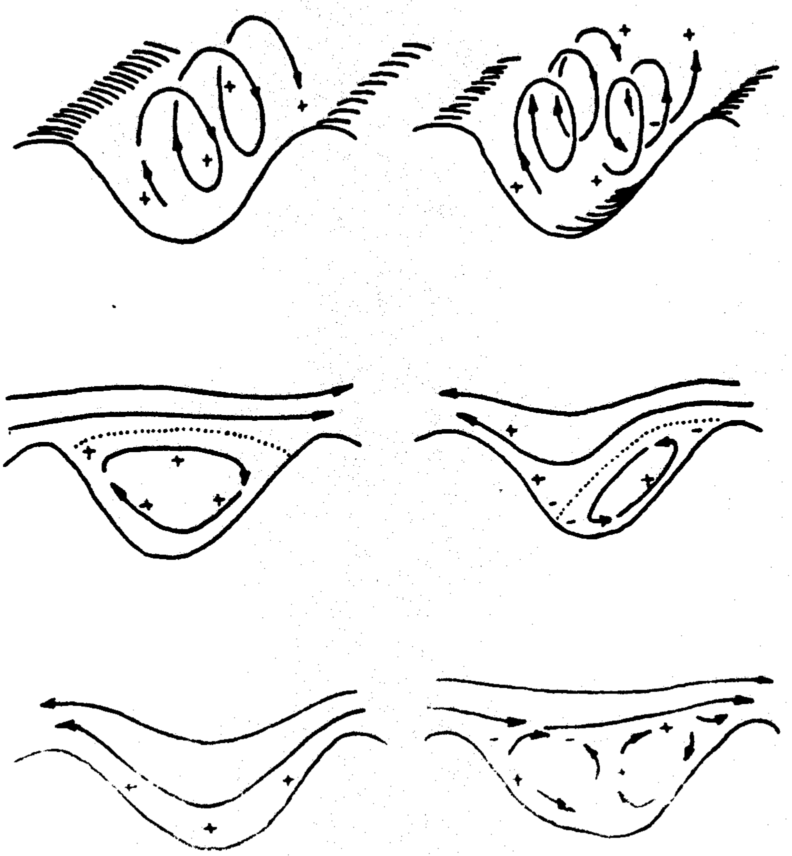
ان أول مايشد انتباه الدارس لمشكلة تلوث الهواء هو كمية ونوعية الملوثات المنبعثة من مصادر التلوث، ولكن تجدر الاشارة الى العوامل الأخرى والتي لاتقل أهمية في تجميع تلك الملوثات وتراكمها لتصل الى حدود الخطورة والاضرار بالصحة . تلك هو العوامل الجوية السائدة وطبوغرافية المكان.

يعتبر التقلب الجوي Atmospheric Turbulaunce الديناميكية الأساسية التي تمنع تراكم الملوثات وزيادة تركيزها بالهواء. وينتج التقلب الجوي Atmospheric Turbulance من احدى تأثيرين محددين هما (١) التسخين الجوي والتي ينتج عنها تيارات هوائية انتقالية طبيعة و (٢) التقلب الميكانيكي Mechanical Turbulauance. يزداد نشاط الدوامات الهوائية الناشئة عن التسخين خلال ساعات النهار عند سطوع الشمس بينما تكثر الدوامات الميكانيكية خلال ساعات الليل ذات الرياح القوية. وينتج التقلب الميكانيكي عن حركة الرياح فوق سطح الارض. وتعتبر مواقع المباني والجبال ووعورة الأرض من العوامل القوية المؤثرة على هذه الحركة . قد يتواجد هذين النوعين من التقليب معا وقد يغلب احداها على الآخر ويسود الحالة الجوية في بعض الأوقات. وحيث ان موقع منى محاط بالجبال فمن المتوقع ان يسود التقلب الجوي خلال فترة النهار والليل مما يساعد على تشتت الملوثات. كذلك فان الرياح تعدل مسارها في الوديان لتأخذ الاتجاه المحوري للوادي وتسرع نتيجة التقلب الميكانيكي وكلها عوامل تساعد على تشتت الملوثات ولكن مايخشى منه حدوث انقلاب حراري Thermal Inversion ينتج عنه سكون جوي والتي كثيرا ماتسود الوديان خلال فترة الليل نتيجة انخفاض درجة حرارة الاطراف [illegible] من سطح الوادي مما قد يسبب حالة انعكاس حراري واتجاه الرياح الى قاع الوادي شكل رقم (١٧). هذه الحالة يمكن ان ينشأ عنها ما يسمى غطاء جوي يجعل [illegible] لا [illegible] رأسيا الا لمسافة محدودة . فعند حدوث ذلك تتراكم الملوثات المنبعثة وتتزايد تركيزاتها وهذه هي الحالات التي نتج عنها كارثة [illegible] [illegible] على سبيل المثال ومما قد يساعد على حدوث تراكم للملوثات في الوادي [illegible] الرياح المنخفضة والتي تحدث بوادي منى. كما يبين الشكل رقم (١٨) بعض الأمثلة المختلفة لدورات الرياح المتوقعة بالوادي.

كما سبق ذكره فان الرياح غالبا ما تعدل مسارها لتأخذ الاتجاه المحوري للوادي وهذا مما يساعد على تشتت الملوثات والتخفيف من حدتها ولكن [illegible] الاشارة الى أن احداث مسار عالية الارتفاع داخل الوادي قد يغير من



شكل ٧: اتجاه الرياح الى أسفل بالوادى ليلا

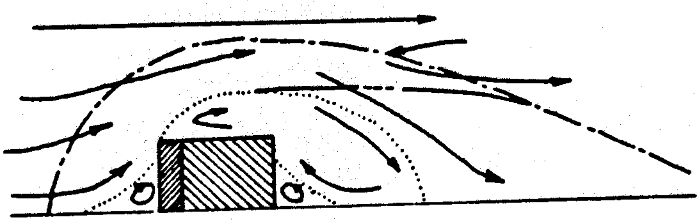


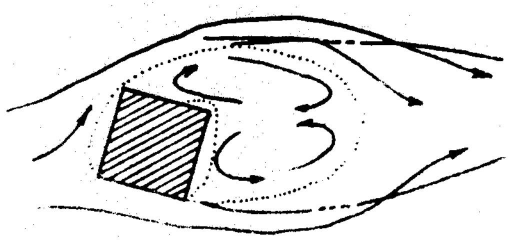
شكل رقم (٨) شكل يبين ٦ توقعات لدورات الرياح بالوادى

(+) تعنى أن الدورة الحرارية والميكانيكية تقوى كل منهما الاخرى

(-) تعنى اشارة - انهما متضادان

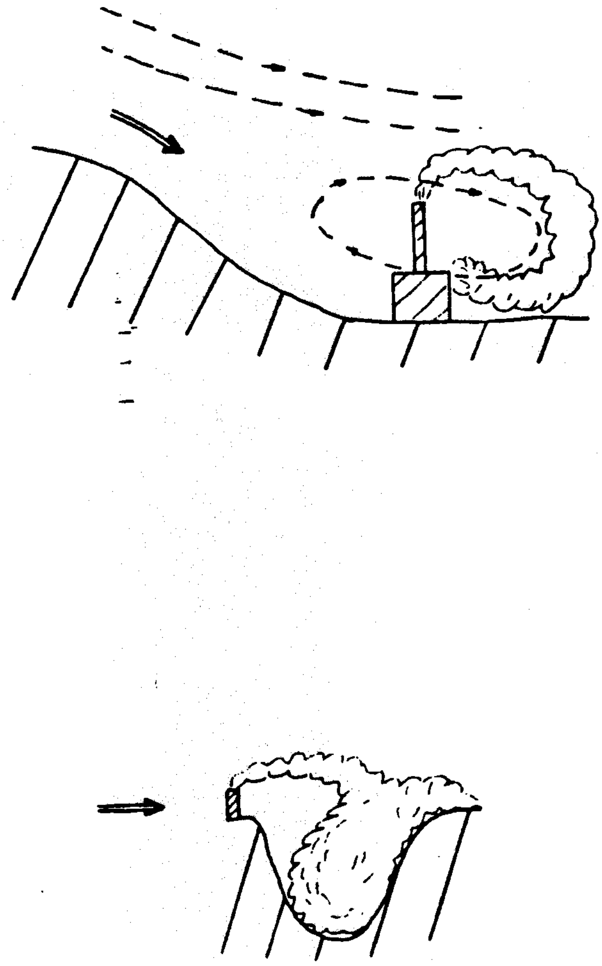
طبيعة ودورة الرياح داخل الوادي واحداث جيوب هوائية قد تتراكم فيها الملوثات – شكل رقم (١٩) كما يجب الا توضع اي مداخن لمحارق فوق اتجاه الريح وبالقرب من أي جبال حتى لا يتسبب ذلك في زيادة المشكلة داخل الوادي عن طريق تشتت الملوثات في قاع الوادي وفي اتجاه الرياح مما يزيد المشكلة تعقيدا (شكل ٢٠)٠





شكل ٩ يوضح مدى تأثير المباني على الرياح السائدة وتكوين جيوب هوائيــــة

ا - منظر جانبي   ب - منظر رأسي)



شكل رقم ٢٠ يوضح أثر تواجد المداخن (أ) داخل الوادى (ب) علي حافة الوادى

الفصل الخامس

دراسة الانفاق والضوابط اللازمة
لعدم حدوث حالات اختناق

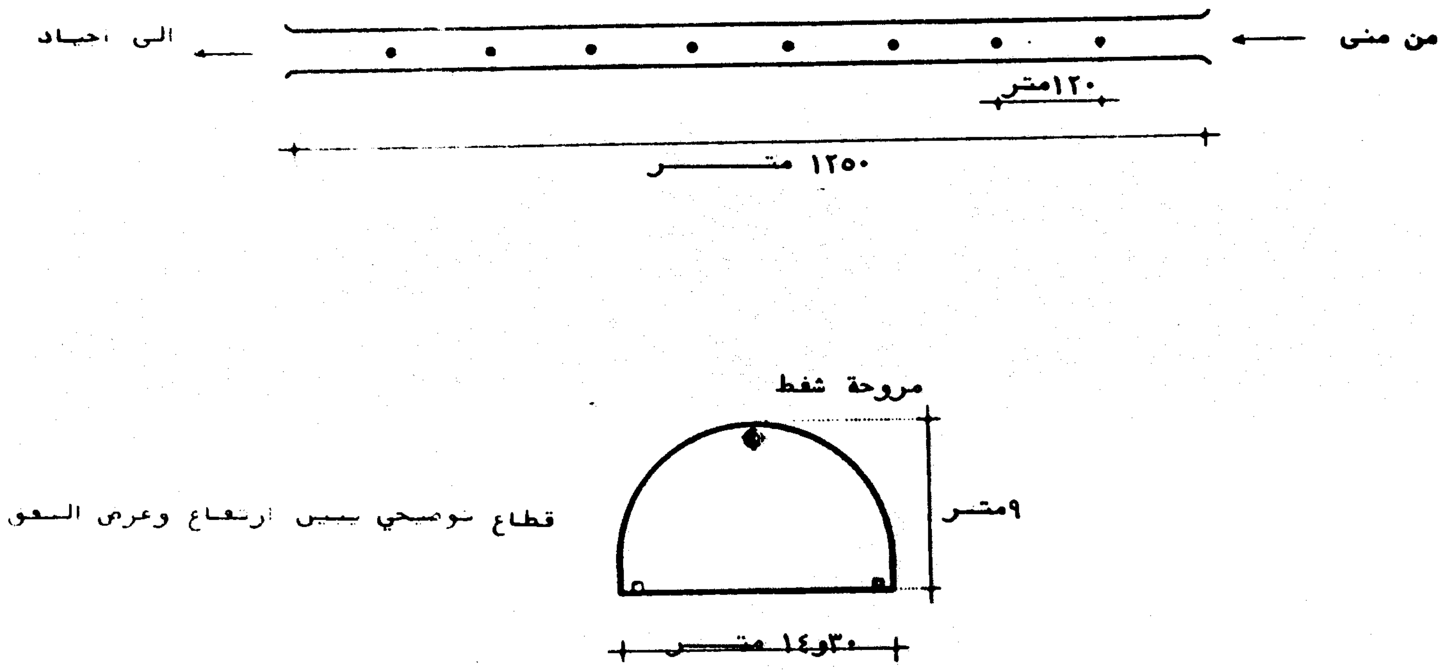
٥ - ١ الانفـــــاق :

حيث أن منطقة منى هي واد ذو مدخلين رئيسيين تحيطه الجبال كمـا جاء في البـاب الأول. فلقد استلزم تخطيط الوادي كتهيئة أنفاق في تلك الجبـال لتسهل عملية الدخول الى الوادي والخروج منه .

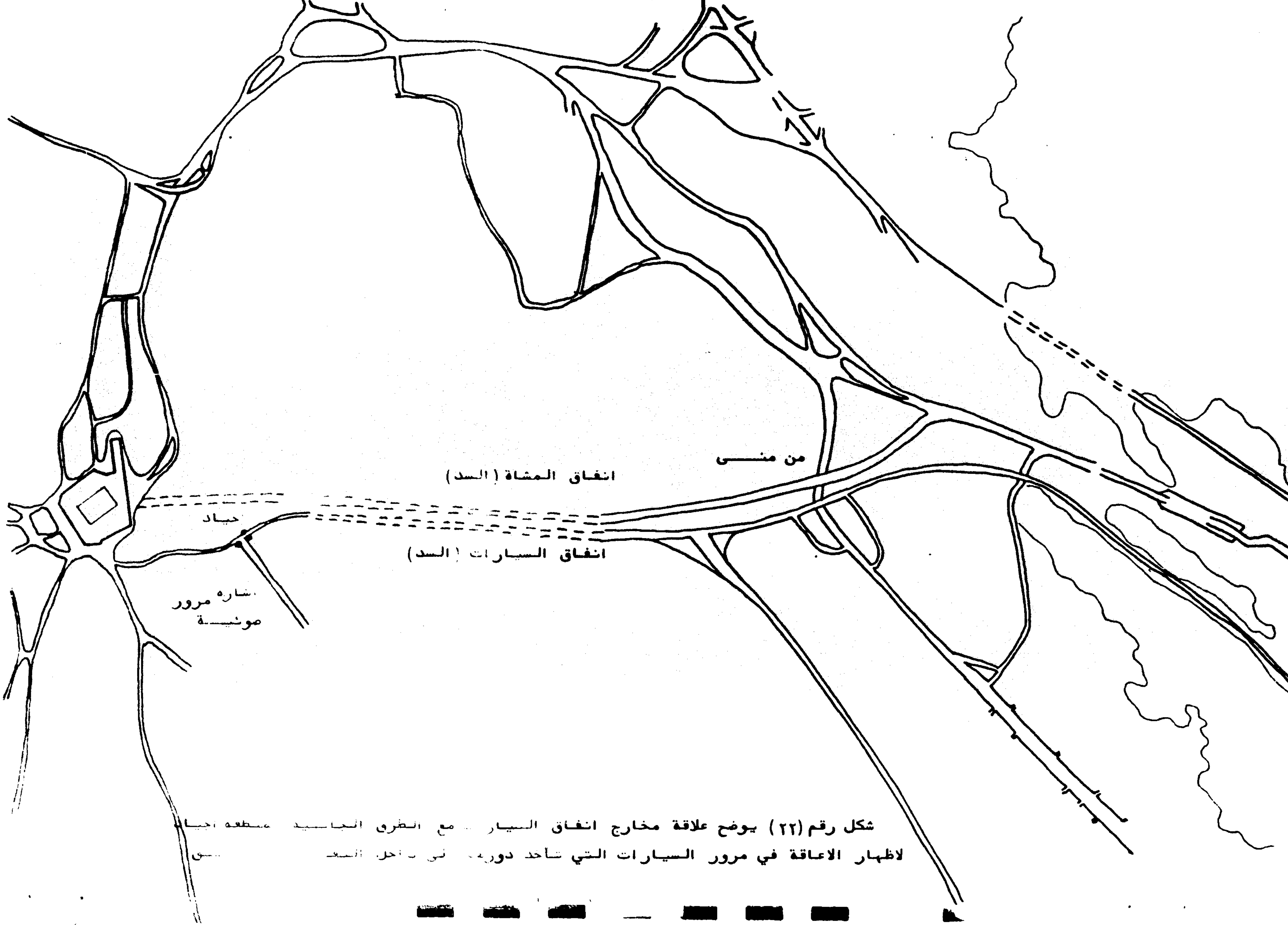
وأطول أنفاق السيارات الموجودة بالمنطقة هي أنفاق السـد. هذه الانفاق هي أكثر الانفاق الموجودة أهمية وأكثرها ازدحاما لأنها تؤدي الـى المسجد الحرام حيث يستكمل الحجاج شعيرة الحج. وقد وجدت هذه الانفـاق للتيسير على الحجاج واختصار المسافة من الوادي داخل الجبل الى بيت اللـه الحرام. ويوضح الشكل رقم ٢١ أبعاد أنفاق السد والتي وضعت تحت الدراسـة المكثفة في هذه الدراسة .

هذه الأنفاق زودت بثمان مراوح تهوية لكل نفق هي في حقيقتهـا مراوح طائرات لتبريد هواء الانفاق. تبلغ سرعة الهواء عند مخارج الانفـاق والناشئة عن هذه المراوح مابين ٢.٥ متر/ثانية الى ٦ متر/ثانية .

كما يوضح الشكل رقم ٢٢ وضع الأنفاق والطرق المؤدية لها والطرق عنـد مخارجها. ويتضح من هذا الشكل أن مخرج النفق المؤدي الى مكة المكرمـة يتقاطع مع شارع رئيسي مؤدي الى المسجد الحرام، وباشارة ضوئية يستلزم معـه توقف السيارات داخل النفق، وهو المكان الشبه مغلق، حتى يسمح لها بالمـرور مما يؤكد وجود خلل تخطيطي لمخرج النفق يستلزم اعادة تخطيطه بما يسمح بعدم الاعاقة نهائيا للسيارات القادمة من الانفاق، وهذا ما سيناقش تفصيليـا في البنود اللاحقة .



شكل (٢١) رسم توضيحي لبيان طول وعرض وارتفاع احد انفاق السيارات بمنطقة السـد



شكل رقم (٢٢) يوضح علاقة مخارج انفاق السيار مع الطرق
لاظهار الاعاقة في مرور السيارات التي تأخذ دورها

٥ - ٢ أول أكسيد الكربون :

ان أخطر صور التلوث في أنفاق السيارات هي التركيزات العالية من غاز أول أكسيد الكربون، ذلك الغاز السام والناتج عن عوادم السيارات. عندما يستنشق أول أكسيد الكربون مع الهواء فانه سريعا ما يمتص في الجسم ليتحد بسرعة فائقة مع الهيموجلوبين، مما يؤدي الى أعراض خطيرة لمستنشقيه. يؤثر أول أكسيد الكربون أساسا على تلك الأعضاء من الجسم ذات الحساسية للنقص في تركيز الاكسجين، نتيجة لتكوين مركب الكربوكسي هيموجلوبين مما يعطل نقل الدم للاكسجين وايصاله لتلك الأعضاء. أما العضوين الرئيسيين من الجسم واللذان يتأثران تأثيرا بالغا بنقص الاكسجين فهما المخ والجهاز العصبي المركزي. كذلك فان القلب يتحمل عبئا بالغا عندما تتزايد تركيزات مركب الكربوكسي هيموجلوبين بالدم، حيث أنه العضو الذي يتحمل العبء الأكبر في محاولة تعويض ذلك النقص الذي يطرأ على الاكسجين.

يوضح الجدول رقم (١٩) والجدول رقم (٢٠) تركيزات أول اكسيد الكربون والتي سجلت بالأنفاق من والى مكة المكرمة خلال فترة الدراسة من حج عام ١٤٠٢هـ. من هذه الجداول يتضح أن تركيزات أول اكسيد الكربون قد تراوحت داخل الانفاق مابين ١ جزء في المليون الى ٧٣ جزء بالمليون. هذه التركيزات يجب أن تعالج بحذر شديد وربطها بالظروف التي تم فيها القياس. وأهم تلك الظروف التي يجب أن تراعى، عند معالجتنا للنتائج المرصودة بهذه الجداول، هي أعداد السيارات المارة بالانفاق. هذه المعدلات لمرور السيارات هي معدلات لا تمثل الأعداد الحقيقية اذ ما منحت الفرصة لذلك. وبعبارة أخرى فان اعداد السيارات التي يوضحها الجدول لا تمثل السعة الحقيقية (Capacity) أو معدل المرور والتغير الحقيقي في أعداد السيارات. ذلك حيث أن رجال الأمن قاموا بمنع مرور السيارات في معظم الأوقات والسماح فقط بمرور بعضها وبفترات محدودة مما أدى الى تكدس السيارات على الطرق المؤديه الى النفق المؤدي الى مكة المكرمة وليس داخل الانفاق. وبالرغم من ذلك فان هذه الدراسة قد أتاحت فرصة كبيرة للتعرف على ظروف التلوث داخل الأنفاق كذلك وهو الأهم تسجيل أعداد السيارات وتسجيلها أثناء معظم فترات القياس فقد أمكن بعون الله الربط بين أعداد السيارات المارة وتركيز أول أكسيد الكربون بالأنفاق مما يمكن معه استخلاص الأعداد التي تؤدي الى تركيزات أعلى

جدول رقم ١٩

أول اكسيد الكربون بالنفق المؤدي إلى مكة المكرمة مقارنا بمعدل مرور السيارات والضوضاء

اسم النفق	التاريخ	الوقت	معدل مرور السيارات	أول اكسيد الكربون				الضوضاء		
				وسط النفق		طرف النفق				
				المدى	متوسط	المدى	متوسط	الوقت	المدى	المتوسط
الى مكه	١٢/٧	٩٣٠ - ١٠٣٠	٣٠٨	٥ - ٢٠	١٣					
	١٢/١٠	٨٤٠ - ٨٤٥						٨٤٠ - ٨٤٥	—	٨٩
		٩١٥ - ٩٣٠	٤٦٦	٨ - ٢٦	١٤	٩ - ١٨	١٢	٩١٥ - ٩٢٠	—	٩٠
		٩٣٠ - ٩٤٥	٤٦٠	٨ - ٢٦	١٣	٧ - ١٢	١٠	٩٣٠ - ٩٣٥	—	٩١
		١٠٠٠ - ١٠١٥	١٥			١ - ٥	٣			
		١٠١٥ - ١٠٣٥				٩ - ٣٤	١٢			
		١٠٣٥ - ١١٠٠				٦ - ٣٠	١٠			
		١٠١٥ - ١١٠٠	٢٥٠			٦ - ٣٤	١١			
		١٢٠٠ - ١٢١٥				٨ - ٣٠	١٦			
		١٢٣٠ - ١٢٤٥				—	٨	١٢٣٥ - ١٢٤٠	—	٩٠
		١٢٤٥ - ١٣٠٠				—	٢٠	١٢٥٠ - ١٢٥٥	—	٩٢
		١٣٠٠ - ١٣١٥				—	١٣	١٣٠٠ - ١٣٠٥	—	٩٠
		١٣١٥ - ١٣٣٠				—	١٥			
		١٢٣٠ - ١٣٣٠	٣٢٧			—	١٤			
	١٢/١٢	١١٤٥ - ١٢٠٠	—	١٥ - ٢٠	٢٨					
		١٢٠٠ - ١٢١٥	—	١٣ - ٣١	٢٢					
		١٢١٥ - ١٢٣٥	—	٢٠ - ٤٥	٢٩					
		[illegible] - [illegible]	٥٠٠							
		[illegible] - [illegible]	٦٣٠	٨ - ١٨	١٥					
		[illegible] - ١٥٣٠	١٢٠	٨ - ١٢	١١					
		[illegible] - ١٦٠[illegible]	—	[illegible] - ٨	٤					
		[illegible] - ١٦١٥	—	٧ - ١٤	١٠					
		١٦٣٠ - ١٧٠٠	—	٥ - ٩	٧					
		١٧٠٠ - ١٧٣[illegible]	٣٠٠	٦ - ١٢	٩					
		[illegible] - ١٨٠٠	—	[illegible] - ١١	٧					
	١٢/[illegible]	٩٠٠ - [illegible]	[illegible]١٤	[illegible] - ١٢	[illegible]					
		[illegible]	—	[illegible] - ٩	٤					
		[illegible]	[illegible]	[illegible] - ١٠	٨					
		[illegible]	—	[illegible] - ١٠	٧					
		[illegible]٤٠٠ - [illegible]	٢٨		٦			١٤٥٥ - ١٥٠٠	٨٩	٨٩

جدول رقم ٢٠

أول أكسيد الكربون والضوضاء بالنفق المؤدي الى منى مقارنا بمعدل مرور السيارات

اسم النفق	التاريخ	الوقت	معدل مرور السيارات	أول اكسيد الكربون – وسط النفق: المدى	أول اكسيد الكربون – وسط النفق: متوسط	أول اكسيد الكربون – طرف النفق: المدى	أول اكسيد الكربون – طرف النفق: متوسط	الضوضاء: الوقت	الضوضاء: المدى	الضوضاء: المتوسط
الى منى	١٢/٧	٢١٠٠ – ٢١١٥	٣٣٢	٤ – ١٩	١٣					
		١٠٣٠ – ١٠٤٥	٣٢١	٤ – ١٩	١٢					
	١٢/٨	١٠٠٠ – ١٠٣٠	–	١٨ – ٣٠	٢٤					
	١٢/٩	٨٣٠ – ٨٤٥		٦ – ١٥	٩					
		٩١٥ – ٩٣٠		٣ – ٩	٦					
		٩٣٠ – ١٠٣٠	٢٣٣	٧ – ١٨	١٢					
	١٢/١٠	١٤٥٠ – ١٥٠٥								
		١٦١٥ – ١٦٤٥	٨٠٠			٤٥ – ٦٠	٥٢			
		١٨١٥ – ١٨٤٥	٧٢٠			٤٨ – ٦٠	٥٢			
		١٩٤٠ – ٢٠٤٠	٥٨٠			١٥ – ٣٠	٢٠			
		٢٣٠٠ – ٢٤٠٠	٤١١							
		٢٤٠٠ – ٢٤٣٠	٣٢٠					٢٤٠٠ – ٢٤٣٠		
	١٢/١١	٧٠٠ – ٨٠٠	٧٢٠			٢٢ – ٤٠	٢٥			
		٨٠٠ – ٩٠٠	٧١٠			٣٠ – ٣٩	٣٣			
		٩٢٠ – ١٠٢٠	٦٠٥			٢٠ – ٢٨	٢٣	٩٢٠ – ١٠٢٥	٨٦ – ٩٠	٨٨
		١٠٤٥ – ١١٠٠				٣٧ – ٥٢	٤٧	١٠٣٥ – ١١٠٥	٨٧ – ٩٠	٨٨
		١١٠٠ – ١١١٥				٣٥ – ٥٥	٤٢	١١٠٥ – ١١٣٠	٨٨	٨٨
		١١١٥ – ١١٣٠	١٢٦٠			٣٥ – ٦٥	٥٧			
		١١٣٠ – ١٢٠٠	٨٥٠			٣٠ – ٤٥	٤٠			
		١٣٣٠ – ١٤٣٠				٢٥ – ٣٢	٣٠			
		١٤٣٠ – ١٥٣٠				٢٦ – ٥٧	٤٥			
		١٥٣٠ – [illegible]				٣٠ – ٣٨	٣٤			
		١٦٣٠ –	٨٢٥	٣٣ – ٥٨	٥٢					
		١٧٣٠		٣١ – ٤٨	٤٠					
		١٨٣٠ –		٣٠ – ٥٣	٣٨					
		١٩٣٠ – [illegible]	٨٣٠	[illegible] – ٥٢	٣٩					
		٢٢٤٠ – ٢٣١٠	٦٢٢	١٧ – ٢٤	٢٢					
		٢٣١٠ – ٢٣٤٠	٦٠٦							
		٨٠٠ – ٨٣٠								
		٨٣٠ – ٩٠٠								
		[illegible] – ١٠٣٠	[illegible]	٢٢ – ٧٣	٥٥					
		[illegible] – ١١٠٠		٣٠ – ٥٠	٤٢					
		[illegible] – ١١٣[illegible]		٣٣ – ٥٢	٤٠					
		[illegible] – ١١٣٠	٩٨٠	٣٠ – ٥٢	٤١					
		[illegible] – ١٢[illegible]	١٠٢٨	٣٢ – ٧١	٤٤					
		[illegible]	٤٠٠							
		[illegible]	٦٦٠		٢٦					
		[illegible]	٥٢[illegible]		١٢					
		[illegible]	٢٠٠		٧٠٤					
		[illegible]	٧٠		٥٠٥					
		[illegible] – ١٥٣٠		[illegible] – ١٨	١٠					

من ١٥٠ جزء بالمليون وهو الحد الأقصى المسموح به في الانفاق قبل حدوث حالات اغماء شديدة وكذلك ١٠٠ جزء بالمليون و ٥٠ جزء بالمليون وهي حدود مفيدة اذا ما أخذ في الاعتبار ضربات الحرارة والجهد الذي بذله الحاج خلال فترات المناسك والتي تسبق مباشرة مروره من والى مكة المكرمة للطواف بالبيت العتيق. كما يجب مراعاة حدود التعرض لؤلئك ذوي التاريخ الطبي لمرض القلب والدورة الدموية. كما أمكن أيضا استنباط التركيز المتوقع داخل الأنفاق اذا ما تركت السيارات تمر بكامل أعدادها المتوقعة (الحقيقية) للمرور داخل النفق وبالتالي ما قد ينشأ عن ذلك من أضرار صحية. لذا فان نتائج هذه الدراسة تعتبر متكاملة كما لو كانت الأنفاق تعمل بكامل سعتها وذلك وصولا لوضع التوصيات النهائية والتي أدعو الله أن يوفقنا بأن يعم بها النفع خالصة لوجهه تعالى وأن يجزينا عنه خير الجزاء ... آمين.

يبين الجدول رقم (١٩) أن أقل تركيز لأول اكسيد الكربون سجل خلال فترة الدراسة في النفق المؤدي الى مكة المكرمة، كان ٣ جزء بالمليون (١-٤ جزء بالمليون). سجل هذا التركيز صبيحة يوم ١٢/١٠ مابين الساعة ١٠٠٠-١٠١٥. كذلك سجل التركيز الذي يقترب من هذا ٤ جزء في المليون مابين الساعة العاشرة الى الحادية عشرة صباح يوم ١٢/١٣. أما أعلى التركيزات التي سجلت داخل النفق فقد كان متوسطها ٢٩ جزء في المليون (مابين ٢٠-٤٥ جزء بالمليون) في فترة الظهيرة (من الساعة ١٢١٥ الى الساعة ١٢٣٥) يوم ١٤٠٢/١٢/١٢هـ. وبتفحص أدق لتلك التركيزات التي سجلت داخل النفق المؤدي الى مكة المكرمة يتضح أن التغير في التركيزات مع الوقت (Diurnal Cycle) خلال أيام الدراسة لا يتفق كثيرا مع فترات نشاط السيارات ذهابا وايابا بالحجاج من والى المسجد الحرام.

يرجع هذا السبب السابق ذكره من تحكم رجال الأمن في مرور السيارات داخل الأنفاق ويرجع هذا التحكم في جزء كبير منه الى الزحام الشديد عند مخرج النفق حيث يتقاطع مع أحد الشوارع الرئيسية المؤدية الى المسجد الحرام. ووجود انشاءات حديثة بالقرب من مخرج النفق بمكة المكرمة. ولقد كل هذه الاجراءات من الحكمة البالغة التي يجب أن نثني عليها، ذلك أنه لو ترك تلك الأعداد الهائلة والتي تقدر بعشرات الآلاف من السيارات للمرور ثم توقفت داخل الأنفاق لعدم السهولة عند المخرج لحدثت كارثة لاسمح الله وما كارثة نفق أفغانستان ماثلة في الأذهان عندما توقفت السيارات داخل

أحد الأنفاق نتيجة حادث تصادم مما أدى الى وفاة المئات تسمما بغاز أول أكسيد الكربون داخل نفق أفغانستان.

يبين الجدول رقم (٢٠) تركيزات أول أكسيد الكربون والتي سجلت داخل النفق المؤدي الى منى من مكة المكرمة. تشير تلك التركيزات الى مستويات من تركيز غاز أول أكسيد الكربون أعلى بكثير من تلك التي وجدت داخل النفق المؤدي الى مكة المكرمة. ويرجع ذلك الى أن الحظر على المرور داخل هذا النفق كان أقل بكثير منه عند النفق المؤدي الى مكة المكرمة، بل انه كان يسمح في معظم الأوقات للسيارات التي استطاعت عبور الزحام من مكة بالمرور داخل النفق الى وادي منى. لذلك كانت التركيزات داخل النفق المؤدي الى الوادي من مكة المكرمة تمثل الى حد كبير، وخصوصا أيام ١٢/١١، ١٢/١٢ و ١٢/١٣، حركة السيارات العابرة الى الوادي من مكة المكرمة. يبين الجدول أن تركيز أول أكسيد الكربون كان ٢٤ جزء بالمليون في الفترة من الساعة ١٠٠٠ الى الساعة ١٠٣٠ صبحة يوم ١٤٠٢/١٢/٨هـ بالرغم من أن هذا النفق ليس المدخل المعتاد لنقل الحجاج الى الوادي. كذلك فلقد وصل تركيز أول أكسيد الكربون الى أكثر من ٥٠ جزء في المليون (الحد الأقصى لتعرض الرجال الأصحاء بالصناعة) مساء يوم ١٢/١٠ في الفترة من بعد صلاة العصر والى مابعد الغروب. أما التركيزات العالية نسبيا والتي استمرت لفترات طويلة فقد سجلت بهواء النفق خلال ١٢/١١ و ١٢/١٢ ففي يوم ١٢/١١ بقي متوسط التركيزات أعلى من ٣٠ جزء في المليون خلال الفترة من الساعة العاشرة والنصف وحتى قرب منتصف الليل. كما سجل خلال هذا اليوم تركيزات وصلت الى ٦٥ جزء في المليون متوسط خمس دقائق و ٥٧ جزء في المليون متوسط ربع ساعة. وفي يوم ١٢/١٢ فان تركيزات أول أكسيد الكربون بقيت أعلى من ٤٠ جزء في المليون (متوسط) من الصباح الباكر وحتى قبل آذان الظهر مباشرة. شهدت هذه الفترة نشاطا ملحوظا للسيارات للانضمام لتلك المتواجدة بالوادي وذلك لنقل الحجاج المتعجلين خارج منى. فاذا كان هذا هو الحال في النفق المؤدي الى الوادي يوم ١٢/١٢ وهو أحد أيام النفرة لمغادرة الوادي فلابد اذن أن نتوقع الحال التي كان المفروض أن تسود في النفق المؤدي الى مكة المكرمة المخروج من الوادي والتي سجلت تركيزات منخفضة لاتمثل الواقع اذا ما سمح بمرور تلك السيارات داخل النفق. والحمد الله أن هذا لم يحدث لأن المشكلة كانت ستزداد تعقيدا نظرا لعدم سيولة الحركة عند مخرج النفق المؤدي لمكة المكرمة.

الارتباط بين أعداد السيارات المارة بالنفق وتركيز أول اكسيد الكربون :

أ - يوضح الجدولين رقمي (١٩ و ٢٠) أن أقل تركيز سجل في الانفاق ٣ جزء بالمليون (١-٤ جزء بالمليون) أول اكسيد كربون عند المرور بمعدل ١٥ سيارة /ساعة . لذلك فان هذا التركيز يمكن اعتباره أنه أساسا قادم من الهواء الخارجي بالاضافة لما انبعث من هذا العدد الضئيل جدا من السيارات وذلك في وقت تكدست فيه السيارات أمام النفق دون السماح لها بالمرور. وبالتالي يمكن أخذ هذا التركيز كأقصى حد يمكن أن يصل هواء النفق من خارجه ، ولذا فانه يمكن القول بأن ما يجري من تلوث داخل الانفاق منفصل عما يجري خارجه بالوادي أو مكة المكرمة ويمكن معالجتها على حدة .

ب - ارتبطت تركيزات أول اكسيد الكربون الى حد كبير بمعدل مرور السيارات بالانفاق، وعلى سبيل المثال فقد سجلت النتائج الآتية :

تركيزات أول اكسيد الكربون	معدل مرور السيارات في الساعة
٣٫٠	١٥
٥٫٥	٧٠
١٠٫٠	٢٥٠
١٣٫٠	٣٣٢
٢٦٫٠	٦٦٠
٣٩٫٠	٨٢٠
٥٥٫٠	١٠٥٠
٥٧٫٠	١٢٦٠

يوضح ذلك التزايد المطرد لغاز أول اكسيد الكربون السام بالزيادة في معدل مرور السيارات داخل النفق ليصل لأقصى تركيز له عند مرور اكبر معدل لمرور السيارات داخل الانفاق.

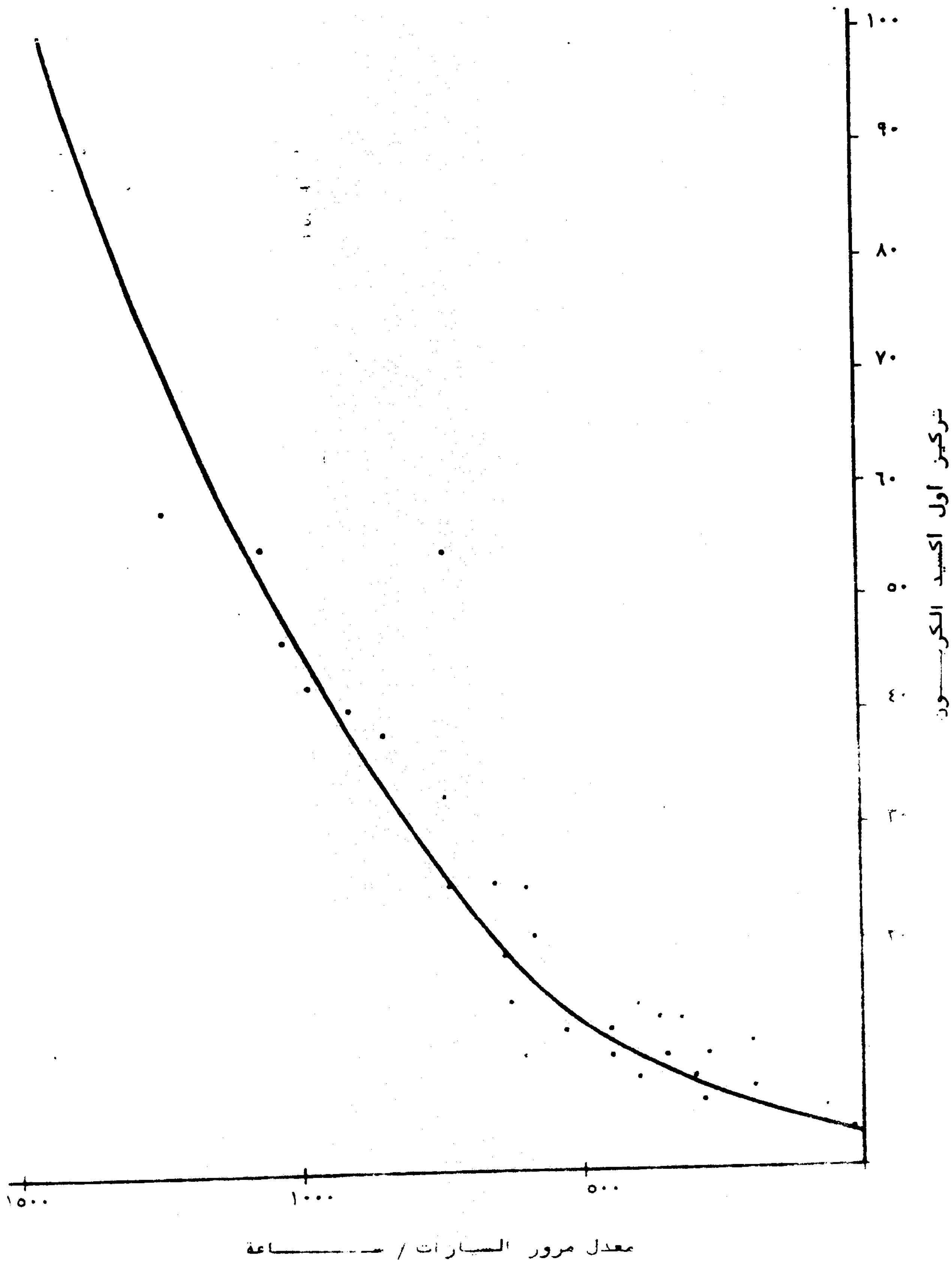
ولكن يبرز هنا سؤال هام هو : هل هذا المعدل لمرور السيارات هو المعدل الطبيعي والمتوقع خلال فترة الحج؟ والاجابة على هذا السؤال هي بالنفي حيث أن معظم القياسات تمت داخل النفق المؤدي الى منى والذي وصل معدل

المرور به رغم الحظر الى اكثر من ١٢٥٠ سيارة/ساعة. فهل يقارن هذا العدد بالأعداد المتوقعة للمرور من منى الى مكة المكرمة صبيحة يوم ١٢/١٠ أو أثناء فترات الذروة لمغادرة الوادي والتي يتوقع لها أن تكون بعشرات الآلاف/ساعة، مما يجعلنا نؤكد أن تركيز أول اكسيد الكربون المتوقع داخل النفق المؤدي الى مكة المكرمة يفوق الحدود الخطيرة لهذا الغاز السام. يؤكد ذلك تواجد تركيزات أعلى من ١٠٠ جزء في المليون بنفق العزيزية.

ج – يوضح الشكل رقم (٢٣) العلاقة بين معدل مرور السيارات في النفق وبين تركيز أول أكسيد الكربون. هذه العلاقة ليست علاقة خطية حيث أن الملوثات تتراكم كلما زاد معدل مرور السيارات الى معدلات خطيرة.

يتضح من الشكل أن هذا الارتباط ليس خطيا لأن النفق هو مكان شبه مغلق ومعدل التهوية ثابتة، رغم أن أول ما يتبادر الى الذهن أن تركيز الملوثات يتزايد تزايدا خطيا مع الزيادة في عدد السيارات. ولكن لابد من الأخذ في الاعتبار أن زيادة عدد السيارات تعني بطء حركة السير وبالتالي تسير المركبات المارة في النفق بسرعات أقل، وبالتالي تقذف بكميات أكبر من أول أكسيد الكربون. فعلى سبيل المثال ينبعث من السيارة الواحدة ٢٨٫٣ جم/كم عند السير بسرعة ٧٠كم/ساعه بينما تتزايد الى ٩٥٫٣ جم/كم عند السير بسرعة ٢٠ كم/ساعة. أما اذا حدث أي تعويق للحركه فان تركيزات أول اكسيد الكربون ستصل الى حدود الخطر المباشر. يؤكد ذلك تواجد ٥٢ جزء بالمليون الساعة ١٦٣٠ يوم ١٢/١٢ عندما كان معدل المرور ٨٢٥ سيارة/ساعة فقط، بينما كان المفروض أن يكون التركيز في حدود ٣٥ جزء في المليون وبمعنى آخر فان تركيز أول اكسيد الكربون الناشئ عن ٨٢٥ سيارة قد اقترب من ذلك الناشئ عن ١٢٦٠ سيارة/ساعه مرت بالنفق يوم ١٤٠٢/١١/١١هـ الساعة ١١١٥ ولقد حدث ذلك عندما أعيقت الحركه أمام النفق خلال فترة القياس. وبافتراض عدم وجود هذه الاعاقة ومرور السيارات بالسرعة التي شوهدت خلال أيام الدراسة والتي تتراوح ما بين ٤٠-٦٠ كم/ساعة فان الجدول رقم (١١) يبين عدد السيارات/ساعة التي تؤدي للحدود المختلفة لتركيز أول اكسيد الكربون. أما اذا مرت السيارات بكامل سعة النفق كما هو متوقع خلال فترات

شكل رقم ٢٣ العلاقة بين تركيز أول أكسيد الكربون (جزء بالمليون) ومعدل مرور السيارات بالانفاق



جـــدول رقـــــم ٢١

تـركيـزات أول أكسيـد الـكربـون الـمتـوقـعة عنـد مرور معدلات مختـلفة من الـسيـارات

تـركيـز أول أكسيـد الـكربـون	معدل مرور الـسيـارات / سـاعة
٥٠ —	١٠٣٠
١٠٠	١٤٥٠
١٥٠	١٧٥٠
٢٠٠	٢٠٥٠
٢٥٠	٢٣٠٠

الذروة فان معدل المرور يتوقع أن يكون أكثر من ٤٠٠٠ سيارة/ساعة وبالتالي فمن المتوقع أن يكون التركيز اكثر من ٥٠٠ جزء في المليون أول أكسيد الكربون. يتضاعف هذا الرقم اذا ما حدث أي تعويق لمرور السيارات. وتجدر الاشارة بأن أسباب هذا التعويق قائمة، حيث يتقاطع مخرج النفق المؤدي الى مكة مع شارع رئيسي باشارة ضوئية تلزم حركة السير داخل النفق بالتوقف. هذا بالاضافة الى أن امتداد مخرج النفق تعوقه بعض المباني والتي يلزم اعادة تخطيطها.

مما سبق يمكن استنتاج أن استعمال النفق المؤدي الى مكة المكرمة بوضعه الحالي يعرض الحجيج لتركيزات عالية من أول أكسيد الكربون (مئات الاجزاء من المليون) مما ينتج عنه أعراض الصداع والدوخان واللاوعي بل قد يؤدي الى حدوث وفيات داخل النفق نتيجة نقص الأكسجين الذي يصل للمخ. وقد تحدث الوفاة خلال دقائق معدودة من التعرض للتركيزات العالية من أول اكسيد الكربون. وبالطبع فان مرضى القلب هم أول من يتأثرون بهذه التركيزات، يليهم الأصحاء.

٥ - ٣ الدخان :

الدخان هو تلك الجسيمات الدقيقة من الكربون والتي تحوي العديد من أملاح وأكاسيد الفلزات والهيدروكربونات كما تحوي بعض مركبات الهيدروكربونات الأروماتية معددة الحلقات والتي أثبتت البحوث أن لها علاقة وثيقة لاحداث مرض السرطان بالرئتين. ولكن هذا التأثير الأخير لا يخشى منه حيث أنه قد يحدث عند التعرض للتركيزات المتوقعة في هذه الحال لمدد طويلة (قد تصل بالسنوات). كما أن الدخان هو الملوث الذي يسهل وصول وبالتالي التأثير الحاد لثاني أكسيد الكبريت في الرئتين. ويعتمد هذا التأثير أيضا على فترة التعرض. وعند التركيزات المتوقعة في مثل هذه الحالات بالانفاق حيث التعرض لتركيزات عالية من التلوث فانه من غير المتوقع أن ينتج أضرارا صحية ذات أثر كبير على الأصحاء. ولكن ما يخشى منه هو حدوث توقف داخل الأنفاق لمدة طويلة نتيجة عدم السيولة عند المنافذ أو نتيجة حادث تصادمي داخل النفق أو عند المنفذ لاسمح الله. في هذه الحالة اذا وصلت التركيزات الى تركيزات عالية فانها بلاشك ستؤثر على الحجاج المصابين بحساسية الصدر والربو والأمراض الصدرية الأخرى مما قد ينتج عنه أزمات صدرية حادة لاسمح الله. أما التأثير الأساسي والذي يخشى منه في حالات الانفاق بافتراض عدم وجود اعاقة للحركة وسيولة بمعدل سرعة لا يقل عن ٣٠كم/ساعة هو التأثير على مدى الرؤية الأفقية. فاذا وصل التركيز الى حدود التأثير الحاد لمدى الرؤية فان ذلك بالقطع سيكون مصاحبا لارتفاع تركيز أول اكسيد الكربون الذي يؤثر على الأعصاب ويسبب دوخة وزغللة للعين وبالتالي قد يتسبب في حدوث تصادم وبالتالي توقف حركة مما ينشأ عنه سلسلة من التعقيدات المؤدية لأوخم العواقب.

يبين الجدول رقم (٢٣) تركيزات الدخان التي وجدت في هواء النفق المؤدي الى منى على بعد ١٠٠ متر من منفذه عند الوادي.

تعتبر السيارات العامله بالديزل هي أكبر مصادر انبعاث الدخان الى الهواء بينما تعتبر السيارات العاملة بالبنزين المصدر الأساسي لأول أكسيد الكربون. ولكن حيث أن السيارات التي تعمل بمنى أثناء فترة الحج هي أساسا تلك العاملة بالبنزين سواء السيارات الصغيرة أو الكبيرة منها فانها المسئولة عن انبعاث كلا الملوثين معا الى هواء الانفاق تحت الدراسة.

جـــدول رقـم ٢٢

تركيزات الدخان في النفق المؤدي الى منـــى

التاريخ	الوقت	ug/m^3	COH
١٢/٨	١٩٣٠ – ٢١٣٠	٦٨	٠٫٩
	٢١٣٠ – ٢٣٣٠	١١٤	١٫٥٢
	٢٣٣٠ – ١٣٠	١١٤	١٫٥٢
١٢/٩	١٣٠ – ٣٣٠	٨٤	١٫١٢
	٣٣٠ – ٥٣٠	٧٣	٠٫٩٧
	٥٣٠ – ٧٣٠	٨٤	١٫١٢
	٧٣٠ – ٩٣٠	١٣٦	١٫٨١
	١٣٣٠ – ١٥٣٠	٢٩	٠٫٣٩
	١٥٣٠ – ١٧٣٠	٣٧	٠٫٤٩
١٢/١٠	٨٠٠ – ١٠٠٠	٧٣	٠٫٩٧
	١٠٠٠ – ١٢٠٠	٦٣	٠٫٨٤
	١٢٠٠ – ١٤٠٠	٤١	٠٫٥٥
	١٤٠٠ – ١٦٠٠	٣٣	٠٫٤٤
١٢/١١	٨٠٠ – ١٠٠٠	٣٣	٠٫٤٤
	١٠٠٠ – ١٢٠٠	٤٥	٠٫٦٠
	١٢٠٠ – ١٤٠٠	٤٥	٠٫٦٠
	١٤٠٠ – ١٦٠٠	٣٧	٠٫٤٩
	٢١٣٠ – ٢٣٣٠	١٨٧	٢٫٤٩
	٢٣٣٠ – ١٣٠	٨٩	١٫١٩
١٢/١٢	١٣٠ – ٣٣٠	٤٥	٠٫٦
	٣٣٠ – ٥٣٠	٦٨	٠٫٩١
	٥٣٠ – ٧٣٠	١٢١	١٫٦١
	٧٣٠ – ٩٣٠	٢٧٨	٣٫٧١
	٩٣٠ – ١١٣٠	٢٠٧	٢٫٧٦
	١١٣٠ – ١٣٣٠	١٦٨	٢٫٢٩
	١٣٣٠ – ١٥٣٠	١٢٨	١٫٧٠
	١٥٣٠ – ١٧٣٠	١٦٠	٢٫١٢

وبالتالي فان التغير في تركيز الدخان داخل النفق ينطبق طبقاً لما نوقش في البند ٥-٦ عند مناقشة تركيزات أول أكسيد الكربون بالانفاق. ويتضح ذلك من وجود أعلى تركيزات للدخان يوم ١٢/١٢ حيث تراوحت تركيزات الدخان في الصباح (من الساعة ٧٣٠-٩٣٠) مابين ٣،٧١ معامل تضبب (3.71 COH) و ١،٧٠ معامل تضبب (1.70 COH) مقارنة بالتركيزات التي وجدت يوم ١٢/١٠ (مابين ٤٤،. و ٩٧،. معامل تضبب). وكما حدث لتركيزات أول أكسيد الكربون فان هذه التركيزات العالية نسبيا من الدخان يوم ١٢/١٢ كانت بسبب تلك السيارات التى وفدت الى الوادي خلال فترة الصباح للانضمام الى السيارات الموجودة بالوادي لنقل الحجيج. أما التركيزات العالية نسبيا (بالنسبة لما وجد يوم ١٢/١٠) والتي وجدت يوم ١٢/٩ والتي وصلت الى ١،٨١ معامل تضبب (1.81 COH) خلال فترة الصباح الباكر فيرجع الى وصول تلك السيارات بالحجيج الذين يفدون الى عرفات مارين بوادي منى وهذا ما يؤكده ارتفاع التركيز ابتداء من قبل منتصف ليلة الوقوف بعرفة حيث كان تركيز الدخان ١،٥٢معامل تضبب (1.52 COH) لمدة أربع ساعات ابتداء من الساعة ٢١٣٠ يوم ١٢/٨.

وطبقا للمقاييس العالمية فان تركيزات الدخان التي وجدت خلال أيام ٨، ٩، ١٠ ويوم ١٢/١١ حتى الساعة ١٦٠٠ هي تركيزات تتراوح مابين ضئيلة الى متوسطة التركيز. أما التركيز الذي وجد خلال ساعتين قبيل منتصف الليل (من الساعة ٢١٣٠ الى الساعة ٢٣٣٠) يوم ١٢/١١ وهو ٢،٤٩ معامل تضبب فانه تركيز يمكن تصنيفه كتركيز مرتفع من حيث تأثيره على مجال الرؤية. أما التركيزات المرتفعة والمرتفعة جدا فقد وجدت يوم ١٢/١٢ حيث تراوح معامل التضبب (COH) مابين ٦،. من الساعة ٥،٣٠ صباح يوم ١٢/١٢ ليصل لأقصى تركيز له (٢،٧١ COH) مابين الساعة ٧،٣٠ الى ٩،٣٠ وهو تركيز مرتفع جدا طبقا للمقاييس العالمية. أما عند مرور السيارات بمعدلات أعلى من تلك التى رصدت خلال الدراسة الحالية فمن المتوقع أن يصل تركيز الدخان الى أكثر من ٤ معامل تضبب (COH) وهى الحالات الحادة الحاجبة للرؤية وذات التأثير السيئ على الجهاز التنفسي.

٥ - ٤ ثاني أكسيد الكبريت والأمونيا :

لقد نوقشت الأضرار الصحية المصاحبة للتعرض لأكاسيد الكبريت والأمونيا في الباب الثالث. ولكن تجدر الاشارة هنا أن زمن التعرض هو لفترات محدودة ولذلك فان أهمية قياس هذين المركبين في الانفاق هو فحص ما اذا كان هناك تركيزات عالية الى الحد الذي يحدث فيه أضرار صحية خطيرة خلال المرور في الانفاق. يبين الجدول رقم (٢٣) أن تركيز ثاني أكسيد الكبريت خلال فترات القياس قد تراوح مابين ٣٠٢ الى ١٨٠٠ ميكروجرام/م٣. هذه التركيزات رغم أنها تركيزات مرتفعة ورغم مصاحبتها لتواجد تركيزات عالية من الدخان كما سبق شرحه فانه لا يمكن التنبؤ بحدوث أضرار بالغة نتيجة تواجد هذه التركيزات.

ولكن يجب تلاشي الارتفاع الحاد لهذه الملوثات اذا ما حدث ومرت أعداد كبيرة من السيارات أو حدث تعويق للحركة وبطء لحركة السير داخل الانفاق. في هذه الحالة الأخيرة فيمكن توقع وصول التركيزات الى الحدود التي ينتج عنها أزمات لأولئك المصابين ببعض الأمراض الصدرية مثل الربو وخلافه. كما أن تركيزات الأمونيا هي أيضا تقع في حدود ما يحدث التهاب الزور ولكن ليس لهذه الفترة المحدودة للتعرض وأيضا ما يخشى منه أن تصل التركيزات الى حدود الاختناق (٣٠٠٠ ميكروجرام/م٣) في حالات الزحام التي سبق الاشارة اليها. وان كان هذا مستبعدا في حالة الأمونيا بالذات. اذ أنه اذا تركت السيارات ليصل تركيز الأمونيا لهذه الحدود فان أول اكسيد الكربون سيكون لاسمح الله قد تسبب في اختناق معظم الموجودين بالنفق. وأخيرا فان النتائج تدل على أن هذه التركيزات التي وجدت في الدراسة الحالية من الأمونيا وثاني أكسيد الكبريت ليست جميعها ناشئة عن السيارات بالنفق ولكن مصدر بعضها هو هواء الوادي ومكة المكرمة والذي يدخل النفق للتهوية.

وعلى ذلك فان تخفيض تركيز الملوثات بالوادي والعمل على تلافي وجود تركيزات عالية من أول اكسيد الكربون بالانفاق سيؤدي بالحتم الى تخفيض الملوثات الضارة بأنفاق السيارات.

جـــدول رقـم ٢٣

تـركـيـزات الأمـونـيـا وثـانـي أكـسـيـد الـكـبـريـت داخل أنـفـاق الـسـد، مـيـكـروجـرام/م٣

الـموقـــــع	الـتـاريـخ	الـوقـــــت	تركيز الامونيا	تركيز ثاني اكسيد الكبريت
الـنـفـق الـمؤدي الى منى	١٢/١٠	١٢٠٠ – ١٤٠٠	—	٣٠٦
	١٢/١١	٩٠٠ – ١٢٠٠	١٥٥٥	٣٠٢
	١٢/١١	٢١٠٠ – ٢٤٠٠	—	١٨٠٠
الـنـفـق الـمؤدي الـــى مكـــة الـمكرمة	١٢/١٢	٧٠٠ – ٩٠٠	—	٧٠٠
	١٢/١٢	١٥٠٠ – ١٨٠٠	٩٨٥	١٢٠٠
	١٢/١٣	١٠٠٠ – ١٤٠٠	٢٥٧١	٤٥٤

٥ - ٥ الضوضاء :

رغم ان الاذن لاتتجاوب خطيا مع زيادة شدة الصوت فانه يمكن اعتبارها الاداة الأولية لقياس شدة الضوضاء. وقد اوضحت التجارب العلمية ان هذا التجاوب بين الاذن وشدة الصوت يتبع علاقة لوغاريتمية وتقاس الضوضاء عادة بالديسي بل وهو وحدة بدون ابعاد (Dimensienless Unit) وتستخدم للتعبير عن لوغاريتم الكمية المقاسة (measured quality) مقارنة بكمية معلومة (Reference quality). ويمكن تعريف مستوى ضغط الصوت طبقا للمعادلة

$$\text{Secured Pressure Levl} = 20 \log \frac{\text{Sound pressure (rms)}}{\text{Reference sound pressure}}$$

وبصفة عامة فبالرغم من بطئ تجاوب الاذن مع شدة الصوت فان الضوضاء تعتبر من الملوثات الفيزيائية التي يجب الحد منها وصولا ليس فقط لذلك المستوى والذي يحافظ على حاسة السمع بل الى الحد الذي يمكن معه تحاشي المضايقات المثيرة والشوشرة على الاصوات المطلوب سماعها.

كما ان التعرض لمستويات عالية من الضوضاء قد يسبب اضرارا بحاسة السمع كما قد ينتج عنه بعض الاضرار الفسيلولوجية الاخرى.

يبين الجدول رقم (٢٤) بعض مستويات الضوضاء المتوقعة في البيئه ويتضح من هذا الجدول ان حدود احداث ألم في الاذن هو وجود مستوى من الضوضاء يقدر بـ ١٢٠ ديسي بل هذا المستوى لم يتم تسجيله خلال الدراسة الحاليه داخل الانفاق (الجدول رقم ٢٥ ورقم ٢٦).

كما انه من غير المتوقع الوصول الى هذا المستوى حتى مع مرور ٥٠٠٠ الاف سيارة/ساعة وهو ثلاثة اضعاف اقصى معدل لمرور السيارات الذي سجل خلال هذه الدراسة (١٢٦٠ سيارة/ساعة) ومن تفحص معدل زيادة مستوى الضوضاء مع معدل مرور السيارات يتضح ان اقصى حد متوقع للضوضاء هو اقل من ١٠٠ ديسي بل. هذه المستويات من الضوضاء والمتواجدة في الانفاق خلال فترة حج ١٤٠٢هـ او تلك

جدول رقم ٢٤

بعض مستويات الضوضاء التى توجد في البيئة الخارجية (Outdoor Community)

شدة الضوضاء dB	المصدر (أمثلة)	ملاحظات
١٣٠ –		ألم شديد وضغط على الأذن
حدود الألم		
١٢٠ –		
ارتفاع مزعج		
١١٠ –	طائرة على ارتفاع ٣٠٠م	
١٠٠ –	حفارة صخر على بعد ١٥م	
مرتفع جدا		– مضايقات شديدة
٩٠ –	عجلة نارية على بعد ٨م صفارة قطار على بعد ١٥٠م شاحنة ثقيلة على بعد ١٥م	– فقد السمع (٨ساعات تعرض
٨٠ –		ازعـــاج
متوسط الارتفاع	سيارة بسرعة ١٠٠ كم/ساعة (٧٦ ديسي بل)	
٧٠ –	سيارة صغيرة (٦٦ ديسي بل)	تداخل مع سماع الأصوات وخاص التليفون
٦٠		
٤٠		
٣٠		
هادئ جدا		
٢٠		
[illegible]		

جـــدول رقم ٢٥

شـــدة الضوضاء في النفق المؤدي الى منى (ديسبل)

اليـــوم	فترة القيـــاس	المــــدى	الوسيط	ملاحظـــــات
١٢/١٠	٩٠٠ — ١٠٠٠	٨٦ — ٩٠	٨٨	
	١٠٠٠ — ١١٠٠	٨٨ — ٩٠	٨٨	
	١١٠٠ — ١٢٠٠	٨٧ — ٨٨	٨٨	
	١٩٠٠ — ٢٠٠٠	٨٨ — ٩٠	٨٨	
	٢٠٠٠ — ٢٢٠٠	٨٦ — ٩٠	٨٨	
	٢٢٠٠ — ٢٤٠٠	٨٧ — ٩١	٨٩	
١٢/١٢	١٠٠٠ — ١٢٠٠	٨٨ — ٩١	٩٠	
	١٢٠٠ — ١٣٠٠	٨٨ — ٩٠	٩٠	
	١٤٠٠ — ١٦٠٠	٨٤ — ٩٠	٨٩	
	١٦٠٠ — ١٧٠٠	٨٢ — ٨٨	٨٤	حركة المشاة عدا مـــدة ١٠ دقـائق
١٢/١٣	٩٠٠ — ١٠٠٠	٨٤ — ٩٠	٨٧	
	١٠٠٠ — ١١٠٠	٨٤ — ٨٦	٨٦	
	١١٠٠ — ١٢٠٠	٨٤ — ٩٠	٨٨	

جـــدول رقــم ٢٦

شـــدة الـضوضاء في الـنـفق الـمؤدي الى مكة الـمكرمة
ديسي بل

اليـــوم	فترة القيـــاس	الـمـــــدى	المتوسط	ملاحظـــــــات
١٢/١٠	٨٣٠ — ١٠٠٠	٨٩ — ٩١	٩٠	
	١٢٠٠ — ١٣٠٠	٨٧ — ٩٢	٩٠	
	١٦٠٠ — ١٨٠٠	٨٧ — ٩٠	٨٨	
	١٨٠٠ — ٢٠٠٠	٨٦ — ٩٢	٨٩	
	٢٣٠٠ — ٢٤٠٠	٨٤ — ٨٧	٨٦	
١٢/١١	٢٤٠٠ — ١٠٠	٨٤ — ٨٦	٨٤	
١٢/١٣	١٣٠٠ — ١٥٠٠	٨٧ — ٩٦	٩٢	
١٢/١٤	١٤٠٠ — ١٥٠٠	٨٨ — ٨٩	٨٩	

المتوقعة بزيادة معدل المرور والتي تصل الى مافوق مستوى ٩٠ ديسي بل لها تأثير سيئ على قوة حاسة السمع اذا ما تعرض لها الانسان لفترات تقدر بـ ٨ ساعات متصلة ، وهذا من غير المتوقع حدوثه داخل النفق. وهنا يبرز سؤال هام. هل يعني عدم وجود مستويات حدود الالم المباشر للأذن او التعرض لمدد طويلة لمستويات الضوضاء التي تحدث اضرارا بالاذن. هل يعني هذا ان مستويات الضوضاء داخل الانفاق هي مستويات مقبولة ؟ ولاتوجد لها اضرار اخرى متوقعة ؟. وللاجابة على هذا السؤال علينا ان نستعرض باختصار شديد البحوث التي اجريت في هذا المجال عند ظروف مشابهة لحالة انفاق السد من حيث شدة الضوضاء وفترات التعرض والظروف البيئية الاخرى.

تشير البحوث التي اجريت على تأثير الضوضاء على الانسان امكانية حدوث الوفاة فوق ١٣٠ ديسي بل والتأثير على حاسة السمع بدون شك. كما ان لها تأثيرا سيئا على الاحساس والشعور تجاهها Feeling and attitude وبالتالي التصرف المعتاد للانسان فيما بين ٤٠ الى ٩٠ ديسي بل. ويتراوح التأثير السيئ لضوضاء مابين التأثير الفسيولوجي الى العوامل النفسية . ومايزيد المشكلة تعقيدا ان عملية التنبؤ بمايحدث من مستويات الضوضاء ليست بهذه البساطة حيث يختلف من شخص الى آخر. ولو تركنا التأثير السئ للضوضاء على النوم وهو حاجة ضرورية للانسان. لو تركنا هذا حيث انه غير وارد بالنسبة للانفاق فان مايعنينا هو التأثير الفسيولوجي والنفسي المصاحب لمستويات الضوضاء خلال المرور بالنفق وخاصة التأثير على مستوى الأداء (Performance of Tasks) . هذا العامل في غاية الأهمية وخصوصا بالنسبة لقائدي السيارات.

فلقد وجد (Viteles and smith) ان مستويات ضوضاء مابين ٧٢ ، ٩٠ ديسي بل عند درجات حرارة تتراوح مابين ٢٧ الى ٣٤،٥م° ليست مستويات ضارة بمستوى أداء الاشخاص المعرضين. وأكد ذلك الدراسات التي قام بها العديد من الباحثين ولكن تؤكد البحوث الاخرى التي امتدت لتشمل مستويات ضوضاء أعلى من ذلك وحتى ... ديسي بل ان هذه المستويات ... هي مستويات مثيرة ويصاحبها سوء اداء وتوتر للشخص المعرض لهذا المستوى من الضوضاء رغم اختلاف ذلك من شخص لآخر ويصاحب ذلك حساسية بعض الاشخاص للمستويات الادنى من الضوضاء وتداخلها مع الأصوات الاخرى وصعوبة الاستماع خلال فترة التعرض لهذه المستويات او بعضها الآخر خلال المرور داخل النفق.

من هذا الاستعراض السريع لما وجد من الابحاث العلمية ومن نتائج الدراسة الحالية (جدول رقم ٢٥ ورقم ٢٦) والتي وصل فيها حدود الضوضاء الى ٩٦ ديسي بل وتوقع الا تصل شدة الضوضاء الى ١٢٠ ديس بل (حدود الألم) واحتمال ان تصل الى حدود الـ ١٠٠ ديسي بل اذا استعمل النفق بكامل سعته فانه يمكن وضع الاستنتاجات الآتية :-

١ - عند مرور ادنى حد من السيارات فان شدة الضوضاء في النفق تكون في حدود ٨٤ ديس بل مما يؤكد ان المراوح المستخدمة في الانفاق تساهم مساهمة كبيرة في تواجد مستويات عالية من الضوضاء داخل الانفاق.

٢ - تزيد شدة الضوضاء مع زيادة عدد السيارات المارة بالنفق الا انه لايتوقع ان تزيد عن ١٠٠ ديسي بل.

٣ - هذه المستويات المتواجدة والمتوقعة اقل من الحدود التي تسبب الألم المباشر أو الوفاة .

٤ - مستويات الضوضاء الموجودة داخل الانفاق لايمكن ان ينتج عنها فقدان لحاسة السمع حيث ان فترات التعرض لن تمتد الى احداث هذا التلف بالاذن.

٥ - قد ينتج عن مستويات الضوضاء التي سجلت بالانفاق والمتوقعة بزيادة معدل مرور السيارات تأثير سيئ على مستوى أداء قائدي السيارات وبالتالي لايمكن التنبؤ بتصرف السائق مما قد يؤدي الى حدوث تصادميه تعطل المرور في النفق. فاذا حدث هذا لاسمح الله فلن تكون الضوضاء هي المشكلة بل تراكم اول اكسيد الكربون السام الى حدود الاختناق (راجع بند ٥-٢).

٦ - المستويات الحالية من الضوضاء هي بلا أدنى شك مستويات متداخلة ويؤثر سلبا على سماع الاصوات الاخرى مما يجعل السائق لايستمع بسهولة لآلات تنبيه السيارات الاخرى أو اجراس الانذار المفترضة في حالات زيادة السرعات عند الموصلات.

٧ – حيث ان معظم البحوث والدراسات عن تأثير الضوضاء اجريت تحت درجات حرارة معتدلة والاشخاص غير معرضين لاجهاد وعدم النوم لفترات طويلة قبل الدراسة عليهم وحيث ان هذه التجارب لم تضع في اعتبارها الضغوط البيئية الاخرى من تلوث وحرارة وخلافه فانه لايمكن التنبؤ الكامل بالتأثير السيئ لهذه المستويات من الضوضاء ولكن بلا أدنى شك فان التأثير سيكون أسوأ بكثير مما جاء في الدراسات العلمية المنشورة والتي لم تأخذ كل هذه الاعتبارات في حسابها.

٨ – المستويات الحالية للضوضاء والتي وصلت ٩٢ ديسي بل هي مستويات يجب تخفيضها فاذا امكن ذلك ولو بتخفيض ٥ ديسي بل فانه بلا شك سيؤدي الى تحسين الظروف البيئية داخل الانفاق. ويمكن ان يتم ذلك من خلال عدة خطوات أهمها : –

ا – تخفيض الضوضاء الناشئة عن مراوح التهوية باعادة دراسة اساليب التهوية داخل النفق. كما يمكن تخفيض مستويات الضوضاء الناشئة عن المراوح فعلى سبيل المثال يمكن دراسة تصميم تلك المراوح باستخدام d مصنعة من الالومنيوم والتي ينتج عنها ضوضاء اقل من تلك الناشئة عن تصنيعها من الصلب، كما يمكن استخدام عوازل صوتية .

ب – تحسين خواص ومداومة رصف ارضية الانفاق واستخدام وتبطين الحوائط بمواد ماصة للموجات الصوتية لتقلل من الموجات المرتدة .

بالاضافة الى ذلك فهناك الكثير مما يمكن عمله لتخفيض الضوضاء الناشئة عن السيارة المارة بالنفق نفسه ولكن هذا من الصعوبة بمكان حيث لايمكن تطبيقه عمليا.

٦ - الخلاصة والتوصيات

من الدراسة التي تمت عن البيئة الهوائية لوادي منى، وكذلك دراسة الضوابط البيئية لأنفاق السد المؤدية للمسجد الحرام يمكن وضع عدة استنتاجات هامة تقود الى التوصيات التي يجب أخذها في الاعتبار للحد من مشكلة التلوث بالوادي وتهيئة المناخ الصحي للحجاج. هذا من ناحية ، أما من الناحية الأخرى فهناك من الضوابط البيئية ما يجب الأخذ به قبل السماح للسيارات بالمرور المستمر داخل الأنفاق. ذلك حتى يمكن تلافي حدوث كارثة اختناق داخل الأنفاق، ندعو الله أن يحمينا منها، وعلينا الأخذ بالاسباب والله المستعان.

٦ - ١ الاستنتاجات :

أولا : هواء وادي منى :

١ - الوادي بطبيعته مثل كل الوديان في العالم هو مكان نموذجي لتراكم الملوثات الى حدود عالية . يزيد من حدة المشكلة أن وادي منى ذو مناخ حار ورياح غير نشيطة وكذلك الجهد الكبير المطلوب لأداء الفريضة والضغوط البيئية المختلفة المصاحبة للتلوث.

٢ - الحدود العالمية المسموح بها لدرجات التلوث الجوي هي مستويات عالية نسبية لايجوز الاعتداد بها في حالة وادي منى اذا ما أخذ في الاعتبار عوامل السن والنوعية والعادات والمناخ والجهد المبذول وغيرها من الضغوط البيئية .

٣ - طبيعة الوادي الطبوغرافية والجوية هي طبيعة ملائمة لتراكم الملوثات المنبعثة بهواء الوادي. ومع تواجد الشمس الساطعة طوال فترة النهار فان هذه الملوثات الاولية لها القدرة بالتالي على التفاعل تحت اشعة الشمس لتكوين الضباب الكيموضوئي ولقد وجدت تركيزات تزيد عن ٢٠٠ ميكروجرام/م٣ في الوادي مما يؤدي الى اضطراب عملية التنفس. بالاضافة الى ذلك فان التغير في تلك التركيزات خلال فترة النهار تؤكد امكانية

تكوين هذا النوع من الضباب القاتل في هواء الوادي، ممـا يستدعي خفض الملوثات الناشئة من السيارات فوراً كما لايفوتنا ان نذكر ان تركيزات المؤكسدات التي وجدت بالوادي تساعد على زيادة الوفيات بالميكروبات المعدية .

٤ - ان زحام السيارات يومي ٩، ١٠ في الصباح الباكر وكذلك يوم ١١ وظهر يوم ١٢ ينتج عنه تركيزات عالية من أول اكسيد الكربون لها القدرة على التأثير على الدورة الدموية مما قد ينتج عنه اجهاد كبير لمرض القلب ويساعد على ذلك ارتفاع درجات الحرارة مما قد ينتج عنه حالات وفيات بجانب الأعراض المعروفة لهذا الغاز على الاصحاء . ذلك حيث زادت التركيزات عن الحدود القصوى المسموح بها في الأجواء الباردة (أمريكا وأوربا).

٥ - يلعب الانعكاس الحراري للصباح الباكر بجانب زحام السيارات دورا كبيرا في تجمع اول اكسيد الكربون في هواء الوادي.

٦ - تزيد الاتربة المتساقطة الى اكثر من ثلاثة امثال معدلها الطبيعي نتيجة الحركة في الوادي وتحوي تلك الاتربة المتساقطة خلال ايام التشريق تركيزات عالية من المواد الذائبة في الماء وبالتالي فانها قد تلتصق بالجلد وتذوب في العرق الناشئ عن درجات الحرارة العالية مما قد ينتج عنها التهابات جلدية .

٧ - تركيزات الاتربة العالقة وشان اكسيد الكبريت وجدت مصاحبة لبعضها في كثير من فترات القياس مما يقطع بأن هناك مصدر يساهم مساهمة فعالة في تواجد كلا منهما بهواء الوادي. هذا المصدر هو محارق القمامة ومحارق الاضاحي بالاضافة الى ماينبعث من السيارات. ولقد وجدت تركيزات للاتربة العالقة مصاحبة لتركيزات من شان اكسيد الكبريت من المتوقع لها ان تحدث تأثيرا سلبيا على الجهاز التنفسي مما يزيد الازمات الربوية حدة عند ذوي الامراض الصدرية ذلك بالطبع الى جانب ماتسببه من مضايقات واتساخ عند التصاقها بالعرق.

٨ - يلعب تحلل المواد العضوية والنفايات والاضاحي دورا كبيرا في انبعاث كميات كبيرة من غاز الامونيا ادت الى تواجد تركيزات عالية لهذا الغاز بهواء الوادي. ولقد وجد ان هذه التركيزات تقع في الحدود المسببة لالتهاب الزور عن التعرض لفترة ٨ ساعات. هذه التركيزات وأعلى منها وجدت متمركزة في هواء

الوادي طوال ايام التشريق اي كمتوسط لفترة اكثر من ٧٢ ساعة . وهذا يعطي مؤشرا قويا لاحد اسباب التهاب الزور الذي يعاني منه الحجيج في منى ولعدة ايام بعد مغادرتها.

ثانيا : انفاق السيارات :

١ - ان القرار الذي اتخذ بعدم مرور السيارات بالانفاق اوقات الذروة نظرا لاختناق المخرج المؤدي الى مكة المكرمة هو من أحكم القرارات التي يجب الاشادة بها وبرجال الامن لتنفيذ مثل هذا القرار الذي وبلا شك انقذ بعون الله المئات من اختناق داخل الانفاق.

٢ - نظام التهوية داخل الانفاق يحتاج الى الكثير من التعديل حيث تتراكم الملوثات بشكل خطير وفجائي مع زيادة عدد السيارات حيث يصل متوسط تركيز اول اكسيد الكربون داخل النفق الى اكثر من ٥٥ جزء بالمليون عند مرور حوالي ٢٢٠ سيارة / خلال ربع ساعة .

٣ - بنظام النفق الحالي وبافتراض سيولة الحركة امام النفق وعدم وجود اي عوائق للحركة فان مرور عدد من السيارات بمعدل حوالى ١٥٠٠ سيارة / ساعة سيؤدي الى تركيزات تزيد عن ١٠٠ جزء في المليون بينما يصل التركيز الى اكثر من ٢٠٠ جزء بالمليون أول اكسيد الكربون لدى مرور معدل سيارات في حدود ٢٠٠٠ سيارة / ساعة .أما اذا استعمل النفق بحيث يمر ٤٠٠٠ سيارة /ساعة فان التركيز سيصل الى اكثر من ٥٠٠ مليون جزء بالمليون يتضاعف هذا التركيز اذا أعيقت الحركة او توقفت ولو لدقائق داخل النفق. لذا فان استعمال النفق بوضعه الحالي يعرض الحجيج لتركيزات عالية من اول اكسيد الكربون مما ينتج عنه اعراض الصداع والدوخان واللاوعي بل قد يؤدي الى حدوث وفيات داخل النفق نتيجة نقص الاكسجين الذي يصل الى المسخ في هذا الحالة .

٤ - رغم ان السيارات التي تعمل بالمنطقة وتمر داخل الانفاق هي سيارات تعمل اساسا بالبنزين حيث تتصاعد كمية من الدخان اقل من تلك المتصاعده من سيارات الديزل، رغم ذلك فقد سجلت

تركيزات مرتفعة جدا (٣,٧١ COH) لجسيمات الدخان داخل النفق. تلك التركيزات يمكن ان تصل بسهولة الى الحالات الحادة (أكثر من ٤ COH) وهي حالات حاجبة للرؤيا مما قد ينتج عنهـا حدوث تصادم داخل النفق يؤدي الى سلسلة من التغييرات البيئيـة بجانب الاضرار العديدة التي قد تنشأ عن مثل هذه الحالة.

٥ - تعتبر التركيزات المتواجدة بالانفاق من الامونيا وثاني اكسيد الكبريت تركيزات عالية ولكن ليست ذات خطورة مباشـرة لدى التعرض لها لفترة زمنية محدودة خلال المرور بالانفاق. بعض هذه التركيزات تصل الى هواء النفق من الهواء الخارجي.

٦ - مستويات الضوضاء الموجودة بالانفاق والمتوقعة اذا مااستعمل النفق بكامل سعته ليست مستويات مسببة للألم أو الوفاة ذلـك حيث ان اكبر وسيط لشدة الضوضاء لم يزد عن ٩٢ ديسـبي بل ولايتوقع ان تزيد عن ١٠٠ ديسي بل. ولكن هذه المستويـات هي مستويات عالية نسبيا قد تؤثر على مستوى أداء السائقيـن وتتداخل مع قدرتهم على سماع آلات التنبيه الأخرى مما قد ينتج عنه وقوع حوادث تصادم مما يعيق الحركة داخل النفـق ويسمح بتراكم اول اكسيد الكربون لحدود خطيرة. كما ان السائقين قد لايسمعون اجهزة الانذار في هذه الحالة.

٧ - ان مراوح التهوية تساهم بقدر كبير في هذا الضجيج حيث يصل مستوى شدة الضوضاء الى ٨٢ ديسي بل نتيجة المراوح وحدهـا دون مرور سيارات.

٦ - ٢ التوصيـات :

أولا : هواء الوادي :

١ - يمكن تخفيض تركيزات أول اكسيد الكربون بالوادي من طريق خفض الكمية المنبعثة من مصدرها الرئيسي وهو السيارات وذلـك باتباع الخطوات الآتية :

١ - العمل على كل ما من شأنه عدم اعاقة حركة السيارات وضمان سرعة أكبر للحركة حيث ينبعث من السيارة عند سرعة ٤٠ كم/ساعة اقل من نصف كمية الانبعاث اذا ما سارت نفس السيارة بسرعة ١٥ كم/ساعة.

ب - اعادة تخطيط عملية السير داخل الوادي من خلال طرق واسعة وغير متقاطعة وفي اتجاه واحد مع تحديد سرعة لاتقل من ٤٠ كم/ ساعة. ويمكن استعمال سيارات نقل جماعي على مسار واحد يخترق الوادي بمواقف محددة يسير منها الحاج الى مبتغاه، أو تخصص وسائل للنقل لاتستعمل احتراق الوقود من تلك المواقف خلال خطوط فرعية لايسمح بمرور أي سيارة بها، عدا سيارات الاسعاف والأمن فقط دون اي تراخيص اخرى ولأي سبب كان.

ج - منع أي سيارة من السيارات المتواجدة بمكة المكرمة قبل الحج من الدخول الى الوادي من غير المصرح لها.

د - اذا خفضت عدد السيارات بنسبة ٥٠٪ وزيدت سرعتها بنسبة ١٠٠٪ فمعنى ذلك خفض كمية الملوثات المنبعثة وبالتالي تركيز اول اكسيد الكربون الى أكثر من ٧٥٪ خفضا عن تلك التركيزات التي وجدت بالوادي.

هـ - هذا الخفض في انبعاث الملوثات الناشئة عن السيارات اذا اضيف اليه خفض الانبعاث من المحارق فانه بالقطع سيخفض بل سيزيل اي احتمال لتكوين الضباب الكيموضوئي. ويمكن ذلك عن طريق استعمال وسائل التقنية لغسل غازات المداخن قبل انطلاقها للهواء، وكذلك نقلها نهائيا من حول الوادي ومن فوق اتجاه الرياح السائدة بالوادي. كما سيساعد نقل هذه المحارق واستعمال وسائل التقنية للتخلص من الملوثات قبل انطلاقها للهواء من تخفيض تركيزات ثاني اكسيد الكبريت والاتربة العالقة.

و - التنسيق مع المطوفين والهيئات لوضع جدول زمني يحدد فترات خروج ودخول سيارات كل منهم الى الوادي بحيث يمكن توزيع فترة الذروة مما يخفض من الارتفاع الحاد للملوثات خلال فترات محدودة تزيد من الخطر على صحة الحجاج.

ثانيا : الانفـــــــاق :

١ – اعادة دراسة وسائل التهوية بما يكفل زيادة كفاءتها لتغيير هواء الانفاق وخفض الضجيج الناتج عنها.
٢ – اعادة تخطيط مداخل ومخارج الانفاق بما يضمن سيولة الحركة دون توقف ودون تحكم عن طريق اشارة مرور وازدحام عند المخرج.
٣ – وضع اجهزة رصد اول اكسيد الكربون ذات اجراس الإنذار التي تنطلق فور وصول التركيزات لحدود الخطر وكذلك يمكن ان يضاف الى اجراس الانذار لوحات مضيئة تبين تواجد الخطر.
٤ – وضع لوحات ارشادية عند مداخل وعلى امتداد الانفاق توضح ضرورة اطفاء المحرك فور سماع اجهزة الانذار او اضاءة اللوحات وكذلك عند توقف السيارة لأي سبب كان داخل النفق.
٥ – تواجد رجال انقاذ مدربين ويحملون اسطوانات اكسجين يتحركون فور سماع اجهزة الانذار المقترحة او توقف الحركة داخل النفق.
٦ – تواجد رجال أمن لتنظيم حركة السير بما يكفل سيولة الحركة .

ثالثا : توصيات عامـــــة :

١ – متابعة رصد العوامل الجوية طوال فترة العام بوادي منى.
٢ – متابعة رصد الملوثات بالوادي والانفاق للتحقق من الحالة البيئية اثناء الحج واعطاء التوصيات اللازمة طبقا لما يتخذ من خطوات والتأكد من نجاحها او فشلها وكذلك الانذار الفوري اذا ماحدث تراكم خطير وبالتالي اعطاء التعليمات اللازمة للحد من الخطر حتى ينظف الوادي نفسه من هذا التراكم لاسمح الله .

لذا يلزم وضع خطة متكاملة من رصد عوامل جويه وملوثات وخطوات تكون مرتبطه باجهزة الامن لامكان تنفيذها وهو مايطلق عليه غرفة عمليات التحكم في كوارث تلوث الهواء. ويجب ان تعمل الخطة المتكاملة بدءا من اول ذوالحجة كل عام وحتى انتهاء اقامة الحجاج بالوادي.

BIBLIOGRAPHY

1. Butcher, S. and Cherison, R., Introduction to Air Chemistry, Academic Press, 1972.

2. Cadle, R., The measurements of Airborne Particles, Wiley Inters., 1975

3. Hidy, G.M. Aerosols and Atmospheric Chemistry, Wiley, 1978.

4. Leithe, W. The Analysis of Air Pollutants, Ann Arbor, 1970.

5. Turner, P. Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates, U.S. Public Health Service Publication, 1970.

6. Perkins, H. Air Pollution, McGraw Hill, 1974.

7. Nasralla, M.M. Air Pollution in Helwan Industrial Comunity, M.Sc. Thesis, Ain Shams Univ. 1969.

8. Nasralla, M.M. Combustion-Generated Air Pollutants Ph.D. Thesis, Leeds Univ. U.K., 1975.

9. Nasralla, M.M. and Williams A. Air Pollution in Urban situation, Paper presented at Env. Poll. Conference, Leeds University, Leads, 91973).

10. Nasralla, M.M. et. al. The formation of oxides of nitrogen in the combustion of droplets and sprays of some liquid fuels., comb. Sci and Tech. 11, 57-65. (1976).

11. Nasralla, M.M. et. al. The formation of nitrogen in high temperature CH - O - N Flames, Comb. Sci and Tech., 14, 85-94, (1977).

12. Nasralla, M.M. et. al. Emissions of Mobile Internal Combustions engines in Cairo, Proceedings of first conference of Mechanical Power Engineering, Vol II, Cairo, 1977.

13. Nasralla, M.M., Effects of Cairo atmosphere on quality of paper, Proceedings of 2nd Conference of Mechanical Power Engineering, Ain Shams University, Cairo, 1978, Sponsored by UNESCO.

14. Nasralla, M.M., Incomplete combustion products in Cairo Streets, 2nd Conference of Mech. Power Engineering. Ain Shams University, Cairo, 1978, Sponsored by UNESCO.

15. Nasralla, M.M., and Alamy, F., Environmental Impact of Cement Industries, International COnference of Mechanical Power Engineering. Manofia Univ. Held in Caior, 1980.

16. Nasralla, M.M., Measurement of Carbon Monoxide in Air, Proceedings of Second Conference of Mech. Power Eng. Ain Shams University, Cairo, 1978, Sponsored by UNESCO.

17. Nasralla, M.M., Pollutants emission from combustion processes, Proceedings of First Conference of Mech. Power Engineering. Vol. II, Cairo, (1977).

18. Nasralla, M.M. and Shakour A., Nitrogen oxides and Photochemical oxidants in Cairo atmosphere, Environment International, 5, 55-60, (1981).

19. Nasralla, M.M., Distribution of Carbon monoxide around Cairo-Alexandria high-way, Int. J. Environmental Studies, Vol. 20, 31-33. (1982).

20. Nasralla, M.M., Studies on Indoor Air Quality, Environment International, 4, 469-473 (1981).

21. Nasralla, M.M., Lead in Urban Environment, XX Congress on Occupational Health, Cairo Univ. Cairo, Oct. 1981.

22. Nasralla, M.M., Lead in Jeddah Urban Dust, 3rd European Conference on Env. Pollution, Nice, France, 28th June, 1982.

23. Nasralla, M.M., Air Pollution in Semitropical Saudi Urban Area, 3rd European Conference on Env. Pollution, Nice, France, 28th June, 1982.

24. Nasralla, M.M., Releases of Air Pollution from Kiln Staks and Distribution in J. Appl. Sci. and Engg., 1982 (in press).

25. Stern, A. ed., Air Pollution, Volumes I to V, Academic, 1978.

26. Stern, A. et. al., Fundamentals of Air Pollution Academic, 1973.

27. Strauss, Air Pollution Control, vol. I & II, Wiley, 1972.

28. West, S. and Nasralla, M.M., Evaluation and Assessment of Environmental Protectioin Alternatives for the Jeddah Coment Plant, J. Environmental Monitoring and Assessment, 2, 331-344 (1982).

29. WHO, Manual on Urban Air Quality Management, WHO, Geneva, 1976.

30. WHO, Health Hazards of the Human Environment, WHO, Geneva, 1972.

HAJJ RESEARCH CENTRE REPORTS :

1 - General Statistics on Hajj, 1402 H.

2 - Microclimate of Muna, 1402 H.

3 . Atmospheric Quality in Muna, 1398 H.

4. A Follow-up Study on Atmospheric Quality in Muna, 1399 H.

5. Solid Waste Studies, 1402 H.

6. Sacrefices Studies, 1402 H.

HAJJ RESEARCH CENTRE

and

FACULTY OF MET. AND ENV. STUDIES

The Muna Atmospheric Environment and Environmental Conditions Inside Traffic Tunnels

By

Dr. Mahmoud M. Nasralla*
Associate Professor, Air Pallution
(Principible Investigator)

* (On leave of abscence, National Research Centre)
Cairo

Research Paper
HRC/ES/3/1402H

1403 H. **1983 G.**

ABSTRACT

This report presents the outcome of a research conducted at Muna Valley and traffic tunnels. Monitoring Programme was carried out during Hajj period of 1402 H. (1983 G.). Measurments of sulphur dioxide, ammonia, suspended particulate, dustfall rates, photochemical oxidants and carbon monoxide were carried out at the roof of "Ammanat Al-Asema Building" at the middle and the most busiest place in the valley. One fixed and another mobile stations were used to monitor carbon monoxide, noise, smoke, sulphur dioxide, and ammonia inside traffic tunnels (Elsad tunnels). Results of the present work indicated the following points:

A - <u>Muna Valley</u> :

1 - High concentrations of carbon monoxide were detected in the atmosphere of the valley. For example, 32 ppm average over 1 hr was recorded during peak time on returning from Arafat (early morning, 10th Zu El Heja). This is due to the high traffic density and possibly the early morning inversion. Moreover, air quality standard of 9 ppm, average over 8 hrs, was exceeded for 24 hrs during 10th Zu El Heja.

2 - Sulphur dioxide and suspended particulate were found associated at high concentrations enough to create problems for those who are suffering from bronchitis and other chest troubles.

3 - Dust fall rates were found to be increased three folds during Hajj period compared with those recorded after Hajj session. These particulate found to contain high concentrations of soluble matters which are skin irritants.

4 - Detected high concentrations of ammonia are possibly one of the prim causes of thoar throat during Hajj period.

5 - Concentration of more than 200 Mg/M^3 photochemical oxidants, the indication of photochemical smog formation was recorded at Muna atmosphere. This confirms that the atmosphere of Muna Valley is favouring the accumulation of auto-exhaust pollutants and the consequence photochemical reactions leading to Los-Angeles type photochemical smog.

6 - Control measures should be adopted to control the increasing number of motor-vehicles and emissions from other combustion processes such as incinarators. Environmental planning for Muna valley should also be considered. These measures are urgently needed to prevent occurances of future air pollation episodes in the Valley.

B - <u>Traffic Tunnels</u> :

1 - High concentrations of carbon monoxide, smoke, ammonia and sulphur dioxide were detected in the air of the traffic tunnels.

2 - Detected and predicted smoke concentrations may reduce the visibility to the limits leading to traffic accidents.

3 - The exit of traffic tunnels toword Macca is a bottle neck with cross intersection and traffic light. This exit should be replanned to avoid any traffic jamming and consequence pallutant accumulations inside tunnels.

4 - Detected noise levels may affect the performance of drivers tasks and may interfere with hearings.

5 - The ventilation system should be restudied and replaced with more effecient and less noisey one.

6 - Other precautions should include :

a - Well trained rescue team equiped with oxygen cylinders should be stationed on site during Hajj period.

b - Alarm carbon monoxide monitors should be placed inside the tunnels,

c - Some plannings should be adopted to reduce traffic density and jaming during such periods.

d - Direction signs should be distributed throughout the tunnels asking drivers to "put off" their engines on case of hearing alarms and in case of traffic jamming. Rescue men should move immediately in such cases.